



الفصل الأول 1

المتجهات

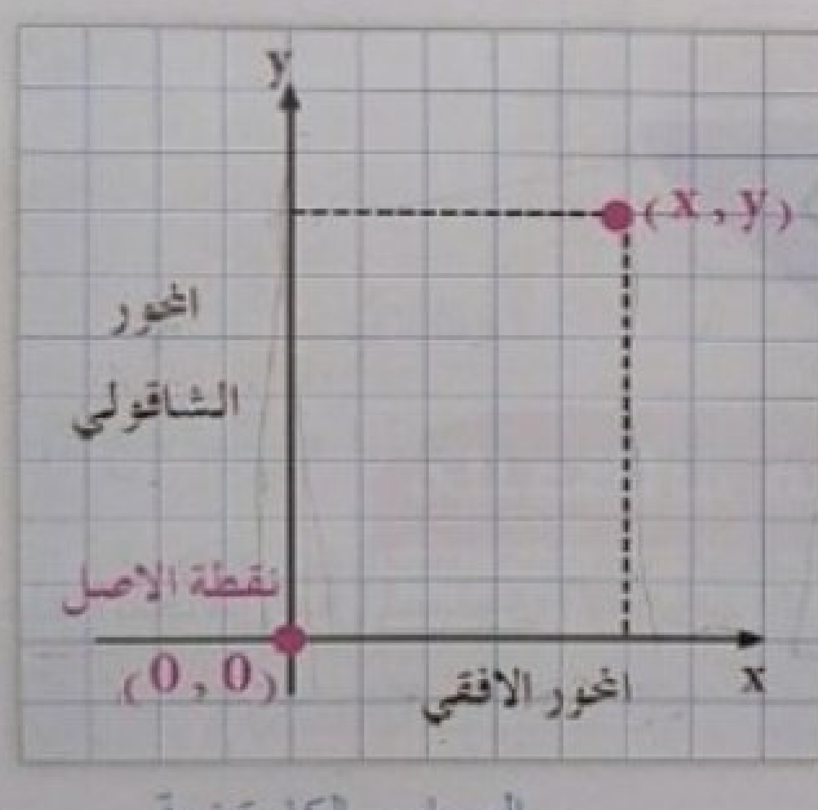
(1-1) أنظمة الإحداثيات

نحتاج في حياتنا العملية الى تحديد موقع جسم ما سواء كان ساكناً او متحركاً ولتحديد موقع هذا الجسم فأننا نستعين بما يعرف بالإحداثيات :-



الإحداثيات
- الاحداثيات الكارتيزية (Rectangular Coordinates)
- الاحداثيات القطبية (Polar Coordinates)

1 الاحداثيات الكارتيزية

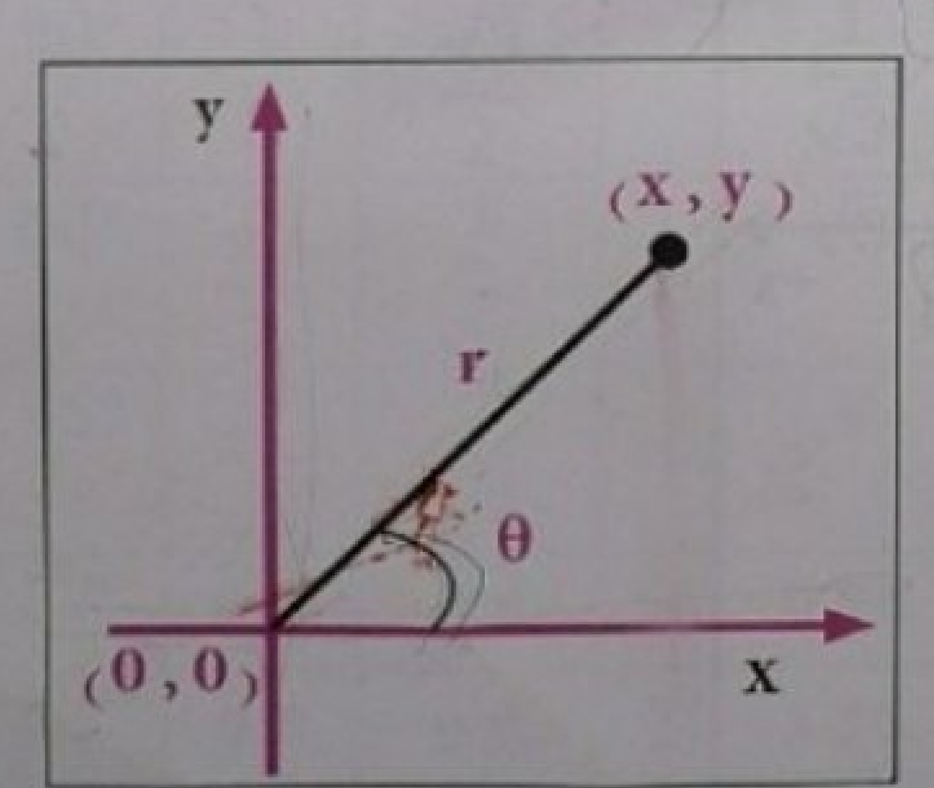


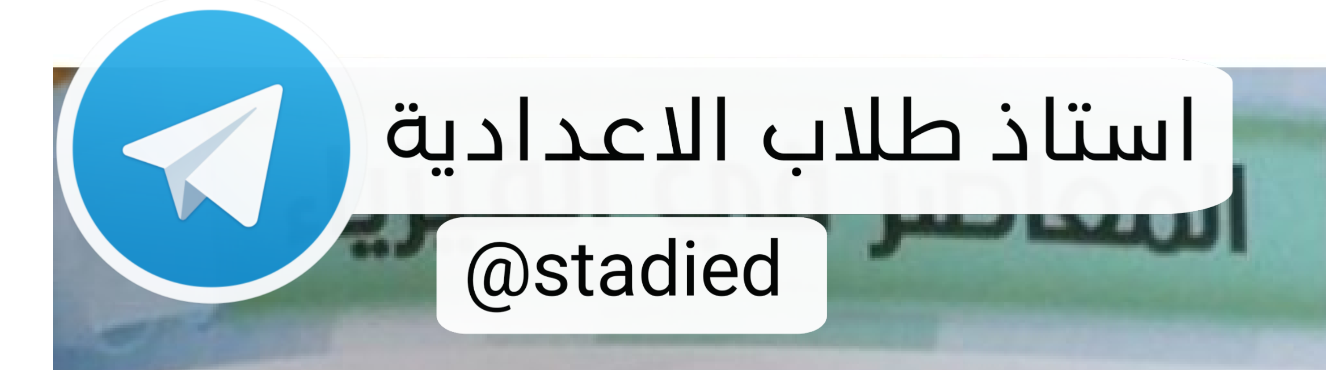
المحاور الكارتيزية

تتكون هذه الاحداثيات من محورين (محور الافقي x) و (محور شاقولي y) وهما متعامدين مع بعضهما ومتقاطعين عند نقطة (0,0) وتسمى بنقطة الاصل ويكتب اسم المحورين بـ (x ,y) لتحديد موقع أي نقطة على هذه الاحداثيات للدلالة على الكمية الفيزيائية ووحدة القياس لها.

2 الاحداثيات القطبية

يحدد هذا النوع من الاحداثيات ببعدين وهما (r) الذي يمثل البعد بين النقطة P(x , y) ونقطة الاصل، وهو المستقيم المرسوم من نقطة الاصل الى تلك النقطة مع المحور الافقي (x) و (Ø) هي الزاوية التي يصنعها البعد (r) مع محور (x).

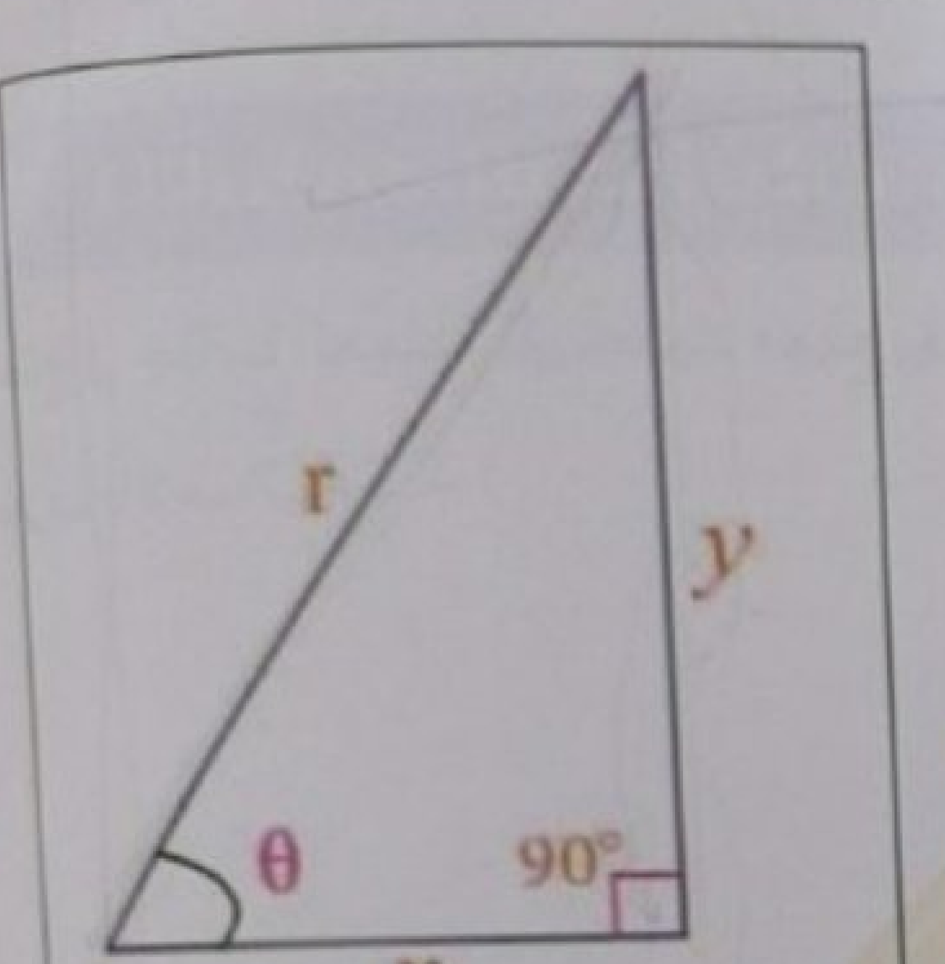






(2-1) العلاقة بين الاحداثيات الكارتيزية والقطبية

أن العلاقة بين الاحداثيات الكارتيزية (x , y) والاحداثيات القطبية $(r , \emptyset)$ ويمكن ملاحظتها من الشكل الاتي:-
وبتطبيق نظرية فيثاغورس على المثلث قائم الزاوية كما موضح في الشكل نحصل على :-



$(\text{الوتر})^2 = (\text{المجاور})^2 + (\text{المقابل})^2$

$$r^2 = x^2 + y^2 \quad \Rightarrow \quad r = \sqrt{x^2 + y^2}$$

$$\sin \emptyset = \frac{\text{المقابل}}{\text{الوتر}} \Rightarrow \sin\emptyset = \frac{y}{r} \Rightarrow y = r \sin \emptyset$$

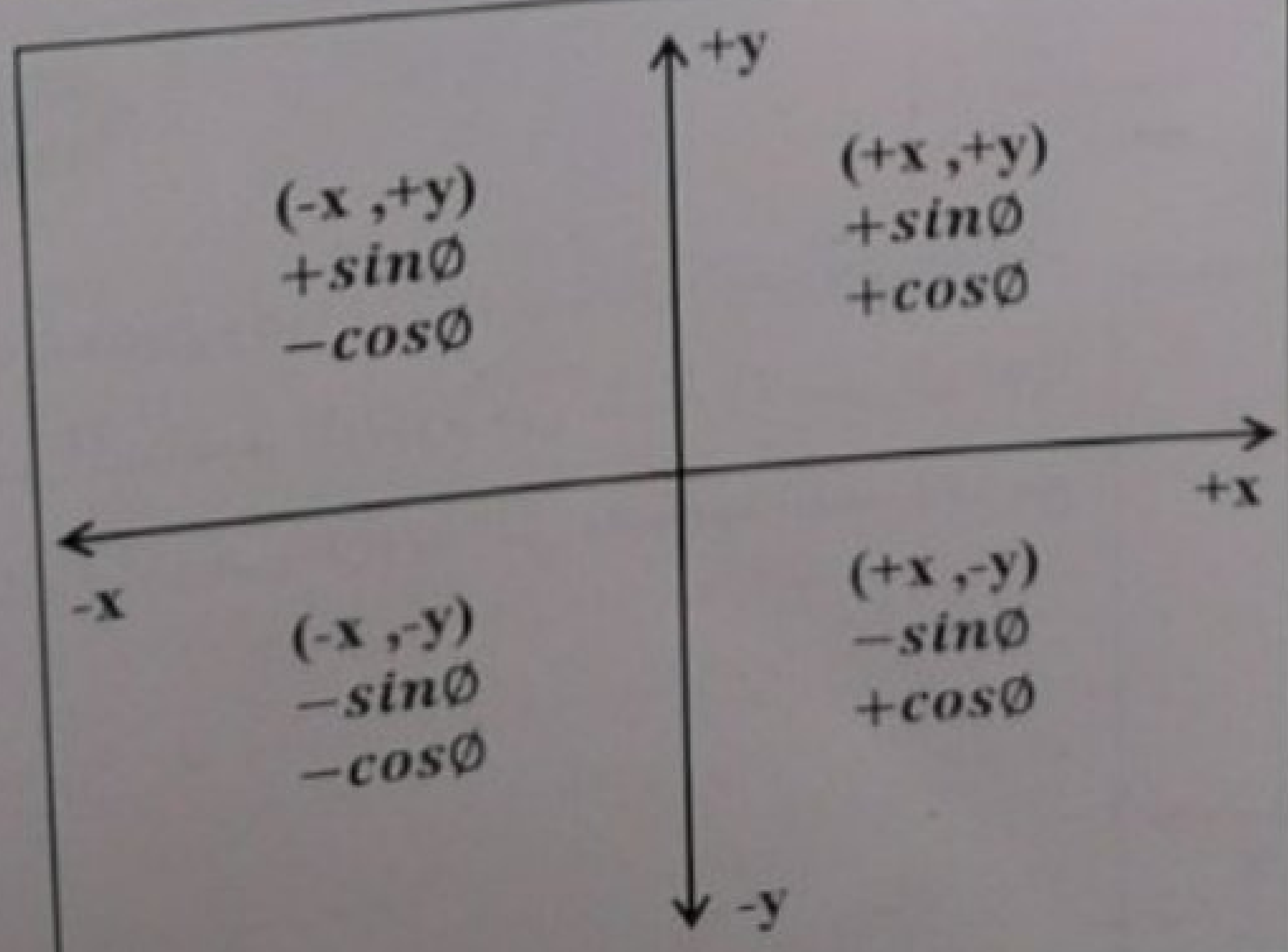
$$\cos \emptyset = \frac{\text{المجاور}}{\text{الوتر}} \Rightarrow \cos \emptyset = \frac{x}{r} \Rightarrow x = r \cos \emptyset$$

$$\tan\emptyset = \frac{\text{المقابل}}{\text{المجاور}} \Rightarrow \tan\emptyset = \frac{y}{x}$$



ملاحظات مهمة جدا في تطبيق المسائل الرياضية

❶ عند التعامل مع المستوي الاحداثي (x , y) يجب معرفة كل المعلومات الموجودة في كل ربع من الارباع بالنسبة للإحداثي (x , y) وكذلك بالنسبة للدوال المثلثية الـ $(\sin)$ و $(\cos)$ كما موضح في الشكل ادناه.







❷ عندما يعطي في السؤال أحداثي (x , y) من خلاله نعرف الزاوية تقع في أي ربع من الارباع ويجب أن تكون مع المحور الافقي الموجب لـ (x) ويمكن حسابها كالاتي:-

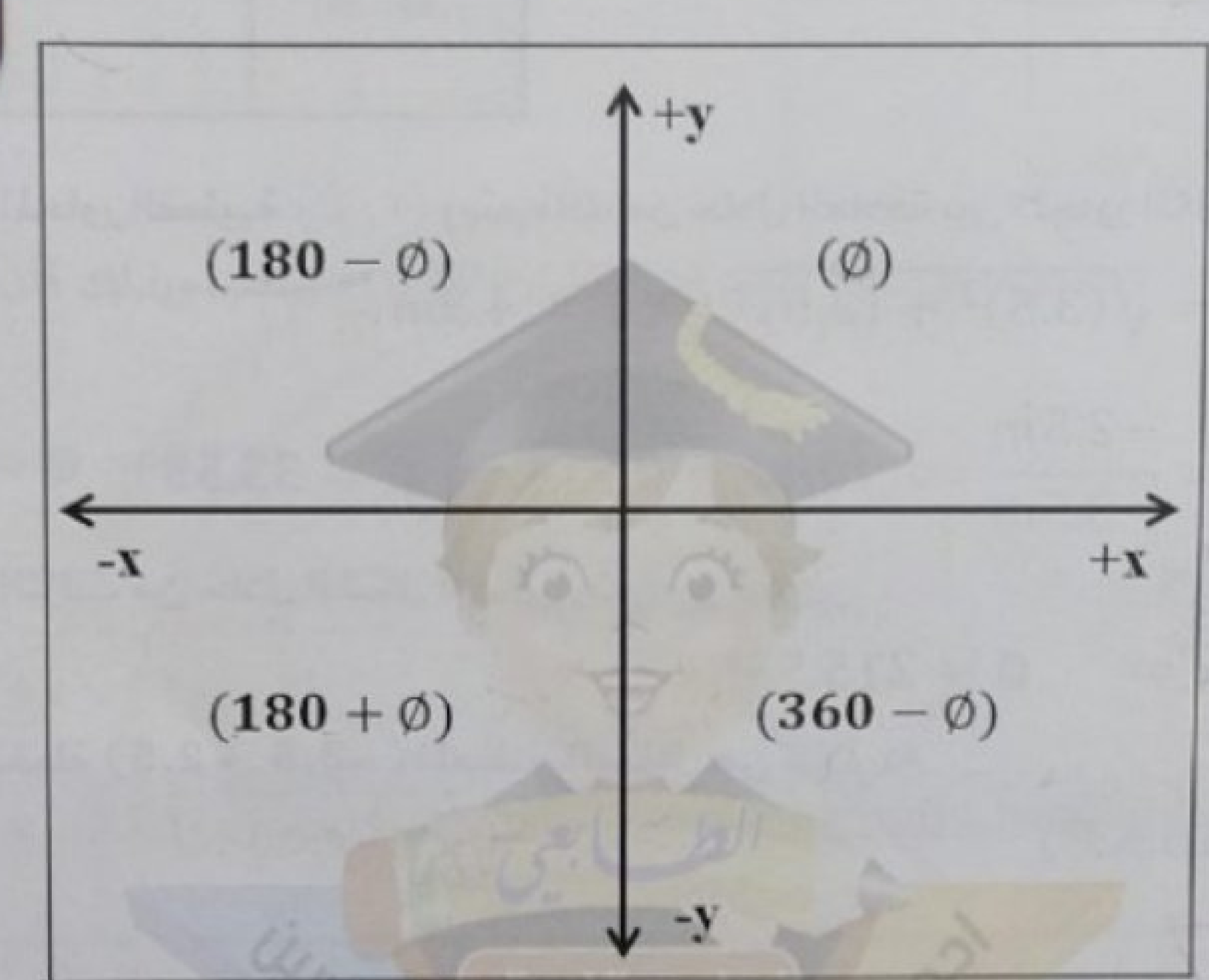


① الربع الأول ⟸ $(\emptyset)$ تبقى نفسها المعطاة في السؤال

② الربع الثاني ⟸ الزاوية المعطاة في السؤال $- 180 = \emptyset$

③ الربع الثالث ⟸ الزاوية المعطاة في السؤال $+ 180 = \emptyset$

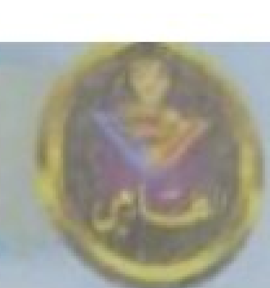
④ الربع الرابع ⟸ الزاوية المعطاة في السؤال $- 360 = \emptyset$



❸ الجدول ادناه هو للحفظ للزاوية الخاصة ومعرفة لها كل من $(\tan\emptyset)$, $(\cos\emptyset)$, $(\sin\emptyset)$ وكالاتي :-
أحياناً يعطى في السؤال القيم التي تحتاجها من الـ $(\tan\emptyset)$, $(\cos\emptyset)$, $(\sin\emptyset)$ وهذا يحدث غالباً ودائماً مع كل من الزاويتين $(37°)$ $(53°)$ ويفضل حفظ الجدول بأكمله للاستفادة منه في المرحلة القادمة (مرحلة السادس علمي)

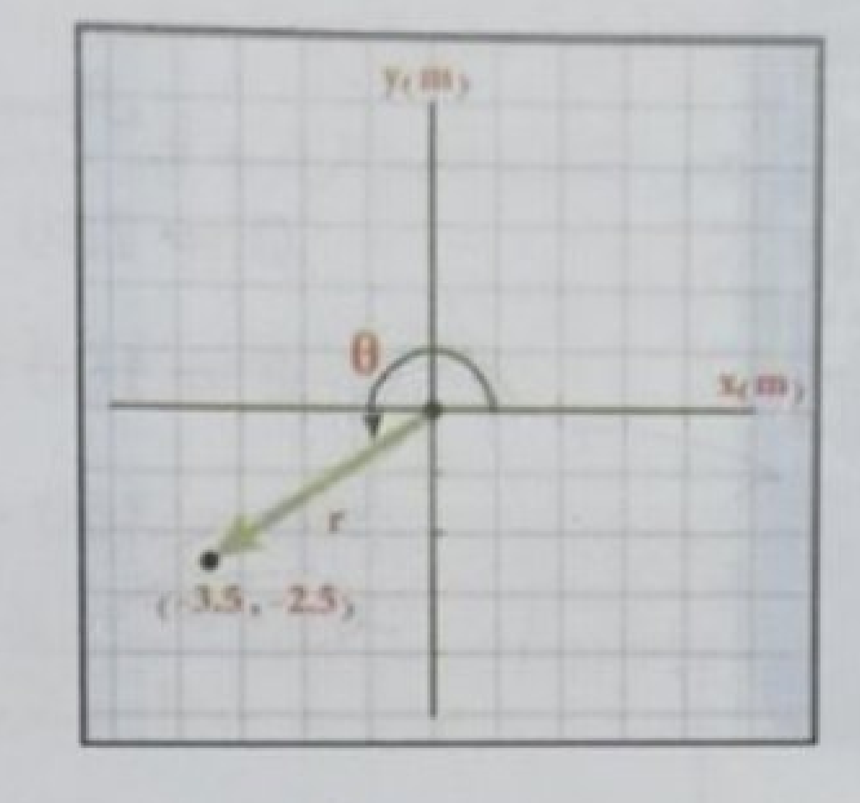
$\emptyset$	$\sin\emptyset$	$\cos\emptyset$	$\tan\emptyset = \frac{\sin\emptyset}{\cos\emptyset}$
$0°$	0	1	0
$90°$	1	0	∞
$30°$	$\frac{1}{2}$	$\frac{\sqrt{3}}{2}$	$\frac{1}{\sqrt{3}}$
$60°$	$\frac{\sqrt{3}}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\sqrt{3}$
$45°$	$\frac{1}{\sqrt{2}}$	$\frac{1}{\sqrt{2}}$	1
$37°$	0.6	0.8	0.75
$53°$	[illegible]	[illegible]	1.33

❹ عند حل أي مسألة رياضية في هذا الموضوع (العلاقة بين الاحداثيات الكارتيزية والاحداثيات القطبية) يجب على الطالب أن يرسم النقطة في المستوى الاحداثي (x,y) لأنه سيسهل عليه طريقة الحل من خلال معرفته للنقطة تقع في أي ربع والزاوية كذلك.

مثال(1)/ كتاب ص8 اذا كانت المحاور الكارتيزية لنقطة تقع في المستوى (x,y) هي (−3.5 , −2.5) كما موضح في الشكل المجاور، عين المحاور القطبية لهذه النقطة علماً أن $(tan35.53° = 0.714)$





$(x, y) \Rightarrow (-3.5, -2.5)$

$x = -3.5m$

$y = -2.5m$

المطلوب في السؤال تعيين المحاور القطبية $(r, \emptyset)$ ويتم ذلك من خلال العلاقة بين المحاور الكارتيزية والقطبية وكالاتي:-

$$r = \sqrt{x^2 + y^2} \Rightarrow r = \sqrt{(3.5)^2 + (2.5)^2} \Rightarrow r = 4.3m$$

$$tan\emptyset = \frac{y}{x} \Rightarrow tan\emptyset = \frac{-2.5m}{-3.5m} \Rightarrow tan\emptyset = 0.714 \Rightarrow \emptyset = 35.53°$$

بما أن $(\emptyset)$ واقعة في الربع الثالث من خلال الشكل فأن الزاوية $(\emptyset)$ تكون

$$\emptyset = 180 + 35.53° \Rightarrow \emptyset = 215.53°$$

فتكون المحاور القطبية للنقطة (−3.5 , −2.5) المعطاة بالسؤال هي كالاتي:-

$$(r, \emptyset) \Rightarrow (4.3\ m, 215.53°)$$

مثال(2)/ (خارجي) حول النقاط الاتية من النظام الاحداثي الى النظام القطبي $\bar{A}(4,4)$, $\bar{B}(4,-3)$



$\vec{A}(4,4) \Rightarrow x = 4 \quad , \quad y = 4$

من خلال السؤال يتضح لدينا أن الزاوية تقع في الربع الأول لأن $(+x , +y)$ ونحسب كل من (r) و $(\emptyset)$ وكالاتي:-

$$r = \sqrt{x^2 + y^2} \Rightarrow r = \sqrt{(4)^2 + (4)^2}$$

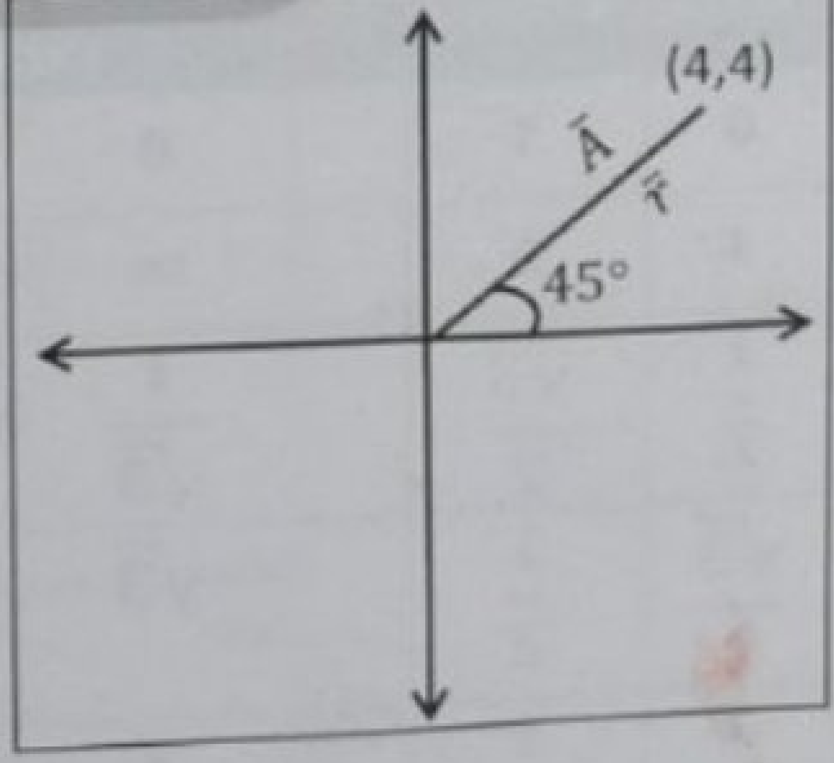
$$r = \sqrt{16 + 16} \Rightarrow r = \sqrt{32}$$

$$r = 4\sqrt{2}m$$

$$tan\emptyset = \frac{y}{x} \Rightarrow tan\emptyset = \frac{4}{4}$$

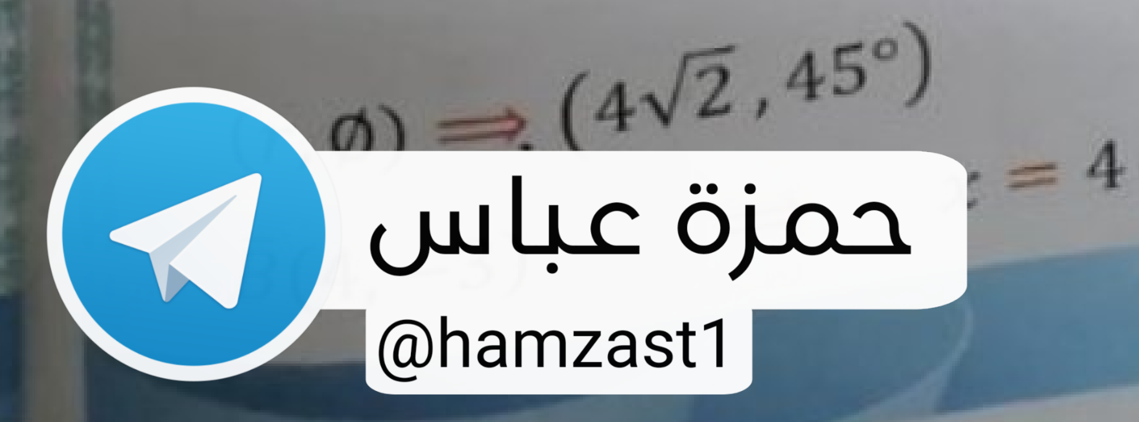
$$tan\emptyset = 1 \Rightarrow \emptyset = 45°$$





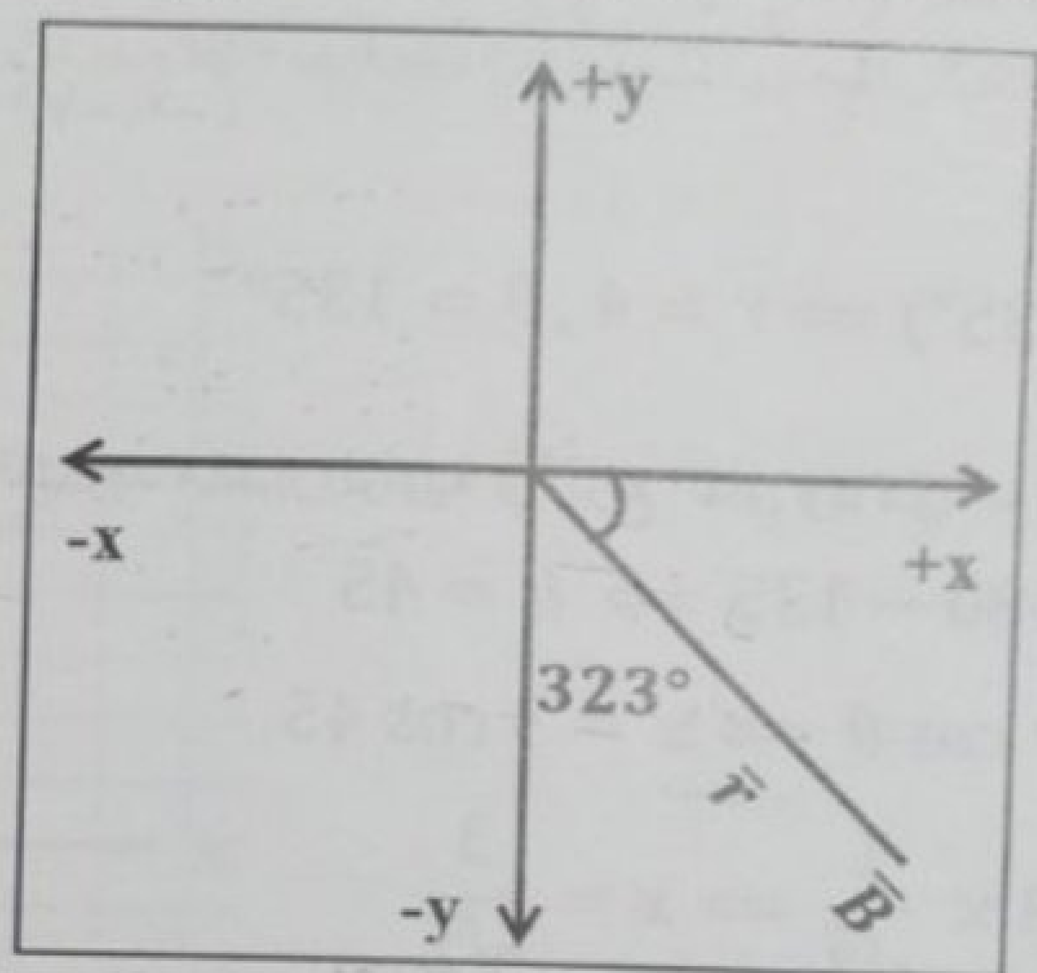
وبذلك فأن المحاور القطبية تكون كالاتي ⇐

$(r, \emptyset) \Rightarrow (4\sqrt{2}, 45°)$



$x = 4 \quad , \quad y = -3$

من خلال السؤال يتضح لدينا أن الزاوية تقع في الربع الرابع لأن $(+x , -y)$ ونحسب كل من (r) و$(\emptyset)$ وكالآتي:-



$$r = \sqrt{x^2 + y^2} \Rightarrow r = \sqrt{(4)^2 + (-3)^2}$$

$$r = \sqrt{16 + 9} \Rightarrow r = \sqrt{25} \Rightarrow r = 5\ m$$

$$tan\emptyset = \frac{y}{x} \Rightarrow tan\emptyset = \frac{-3}{4}$$

$$tan\emptyset = 0.75$$

$$\emptyset = 37°$$

ومن خلال الشكل يتضح لدينا أن النقطة في الربع الرابع وان مقدار $(tan\emptyset)$ سالب وبذلك فأن ايجاد مقدار الزاوية يكون حسابه كالاتي:-

$$\emptyset = 360° - 37° \Rightarrow \emptyset = 323°$$

وبذلك فأن المحاور القطبية للنقطة $\bar{B}(4, -3)$ ستكون كالاتي:-

$$(\bar{r}, \emptyset) \Rightarrow (5 , 323°)$$

ملاحظة تم طرح الزاوية من 360 وذلك لأن الزاوية يجب أن تكون مع المحور (x) الموجب بحسب الملاحظة الاولى والثانية من الملاحظات

مثال (3)/ (خارجي) حول الاحداثيات الاتية من النظام القطبي الى النظام الديكارتي $\bar{A}(3,240°) , \bar{B}(4,135°)$



الحل

$$\bar{A}(3,240°) \Rightarrow r = 3\ m , \emptyset° = 240$$

من خلال الزاوية $(240°)$ يتضح لدينا أن النقطة تقع في الربع الثالث كما موضح في الشكل وبذلك نجد مقدار الزاوية في الربع الثالث و الزاوية يجب أن تكون مع المحور (x) لذلك نطرح منها (180) ولتسهيل عملية حساب الـ $(cos), (sin)$ فنقوم بتحويلها الى زاوية خاصة :-

$$\emptyset = 240 - 180 \Rightarrow \emptyset = 60°$$

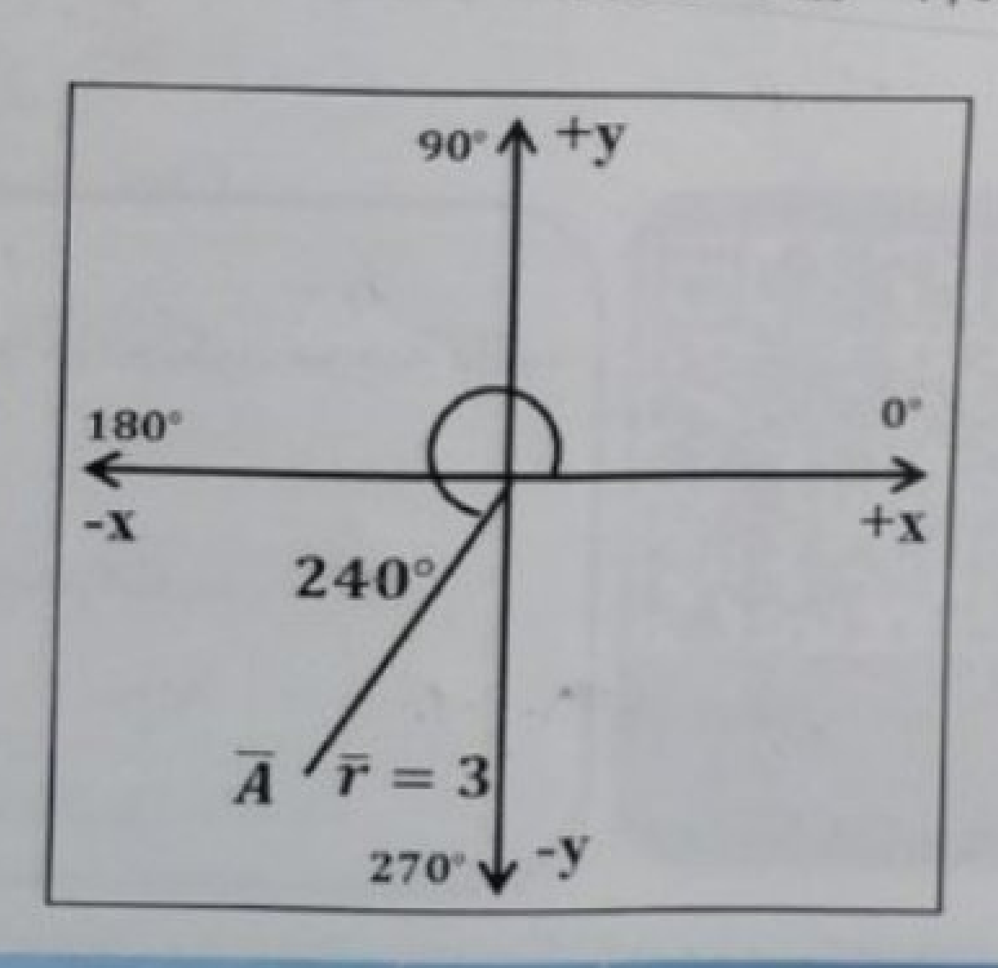
$$x = rcos\emptyset = 3cos60$$

$$x = 3 \times \frac{1}{2} \Rightarrow x = \frac{3}{2} m$$

$$y = rsin\emptyset = 3sin60$$

$$y = 3 \times \frac{\sqrt{3}}{2} \Rightarrow y = \frac{3\sqrt{3}}{2}$$

لفهم الموضوع اكثر صور الباركود المحاضرة (3)







$(x,y) \Rightarrow (-\frac{3}{2}\ ,-\frac{\sqrt{3}}{2})$

وبذلك فتكون الاحداثيات الكارتيزية كالاتي :-

وتم وضع اشارة سالبة لكل من (x) و (y) لأن النقطة في الربع الثالث (-x,-y)

$\vec{B}(4,135°) \Rightarrow r = 4\ ,\theta = 135°$

من خلال الزاوية (135) يتضح لدينا أن النقطة تقع في الربع الثاني بذلك نجد مقدار الزاوية في الربع الثاني وكالاتي :-

$\theta = 180 - 135 \Rightarrow \theta = 45$

$x = r\cos\theta \Rightarrow x = 3\cos 45$

$x = 3 \times \frac{1}{\sqrt{2}} \Rightarrow x = \frac{3}{\sqrt{2}}$

$y = r\sin\theta \Rightarrow y = 3\sin 45$

$y = 3 \times \frac{1}{\sqrt{2}} \Rightarrow y = \frac{3}{\sqrt{2}}$



وبذلك تكون الاحداثيات الكارتيزية كالاتي :-

$(x,y) \Rightarrow (-\frac{3}{2}\ ,-\frac{3\sqrt{3}}{2})$

ولأن النقطة تقع في الربع الرابع لذلك تكون قيمة (x) سالبة لأن (-x,+y) وكالاتي :-

(3-1) الكميات القياسية والكميات المتجهة

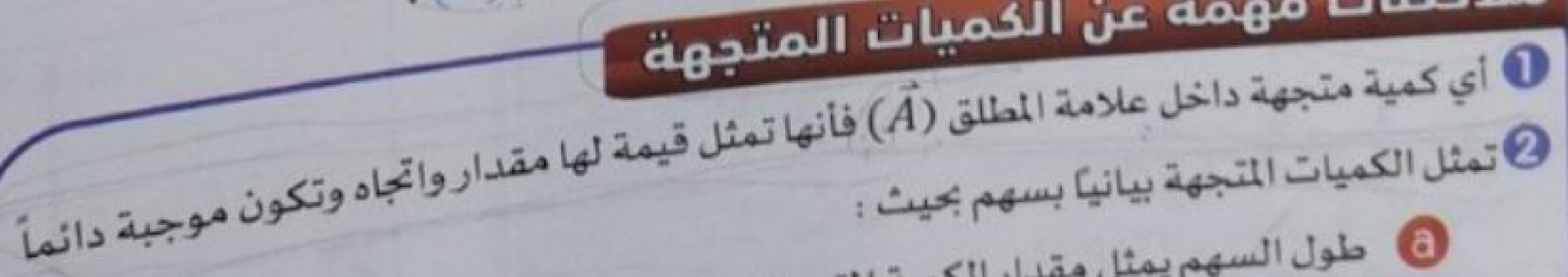
س ما المقصود بالكميات القياسية (العددية) ؟

الجواب هي الكميات الفيزيائية التي يتم فيها ذكر مقدارها و وحدة قياسها مثل المسافة (d) والانطلاق (S) والكتلة (m) والزمن (t)

س ما المقصود بالكميات المتجهة ؟

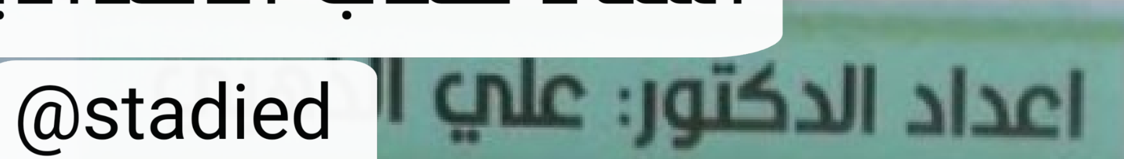
الجواب هي الكميات الفيزيائية التي يتم فيها ذكر مقدارها واتجاهها وتمثل بوضع ($\rightarrow$) فوق رمزها للدالة على انها كمية متجهة مثل الازاحة ($\vec{x}$) و السرعة ($\vec{v}$) والتعجيل ($\vec{a}$) والقوة ($\vec{F}$) .

ملاحظات مهمة عن الكميات المتجهة



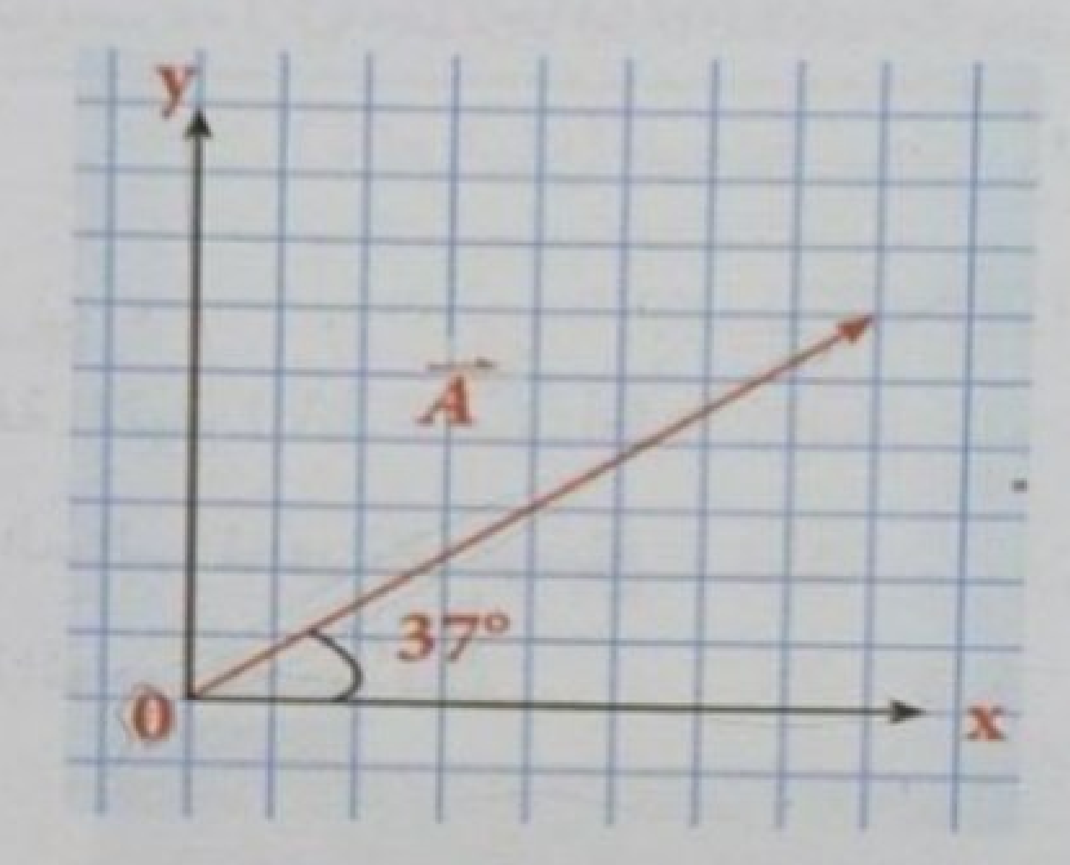
1. أي كمية متجهة داخل علامة المطلق ($\vec{A}$) فأنها تمثل قيمة لها مقدار واتجاه وتكون موجبة دائماً
2. تمثل الكميات المتجهة بيانياً بسهم بحيث :
   - a طول السهم يمثل مقدار الكمية المتجهة ويتم ذلك بمقياس رسم مناسب.
   - b أتجاه السهم يشير الى اتجاه كمية المتجه.
   - c نقطة البداية هي نقطة تأثير المتجه.



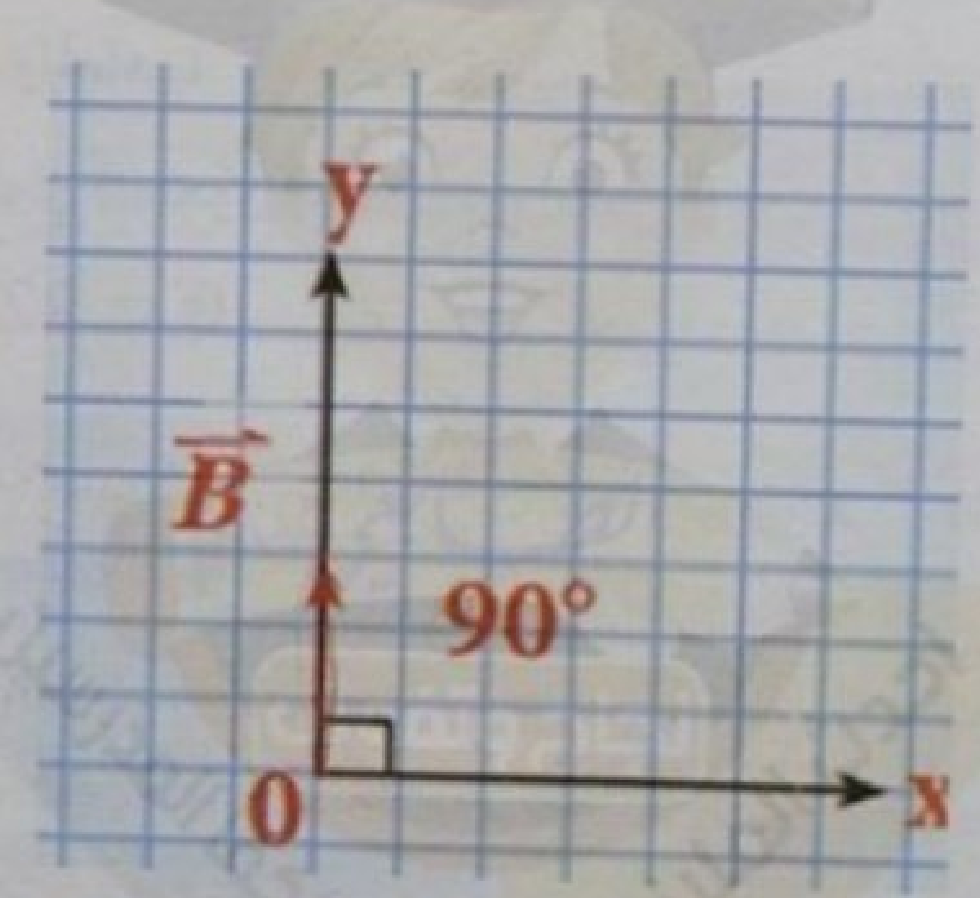
مثال:

① في الشكل المجاور المتجة ($\vec{A}$) مقدارها (10وحدات) واتجاهه (37°) مع محور (x) الموجب ونقطة التأثير (نقطة البداية)



② في الشكل المجاور المتجه ($\vec{B}$) مقدارها (3وحدات) واتجاهه (90°) مع محور (x) الموجب ويؤثر في النقطة (0) ونقطة التأثير (نقطة البداية).





س صنف الكميات التالية الى كميات متجهة وقياسية معبراً عنها بالرمز المناسب لها

الكميات الفيزيائية	نوعها	رمزها
المسافة	قياسية	d
القوة	متجهة	$\vec{F}$
التيار الكهربائي	قياسية	I
التعجيل	متجهة	$\vec{a}$
المجال الكهربائي	متجهة	$\vec{E}$
الزمن	قياسية	t
شحنة كهربائية	قياسية	q

مثال (2) / ص(10) (كتاب)

عبر عن الكميات المتجهة الاتية رياضياً وبيانياً :-

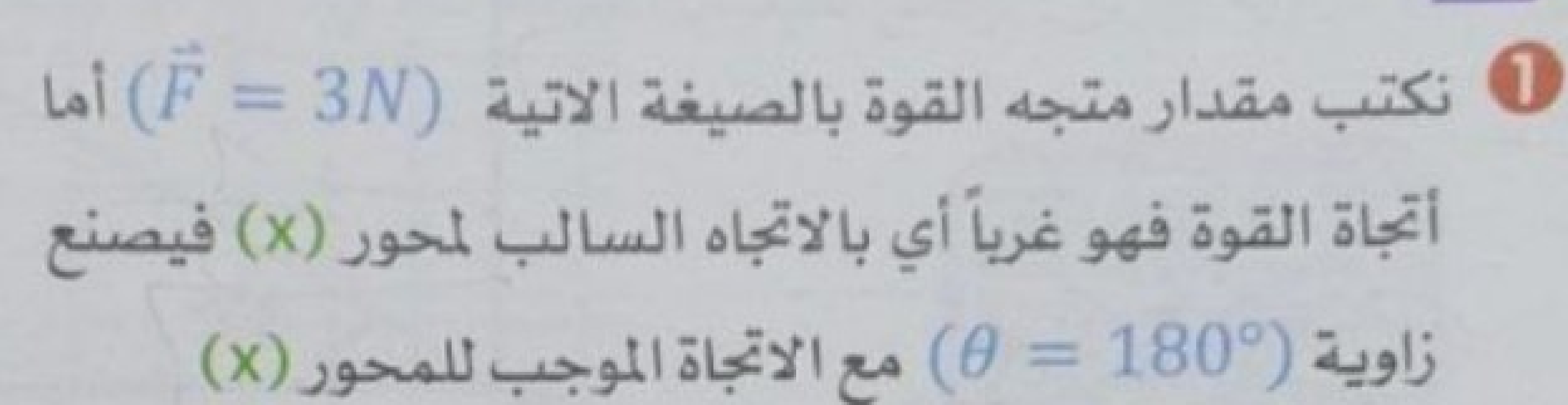
❶ القوة $(\vec{F})$ مقدارها (3N) تؤثر في جسم باتجاه الغرب.

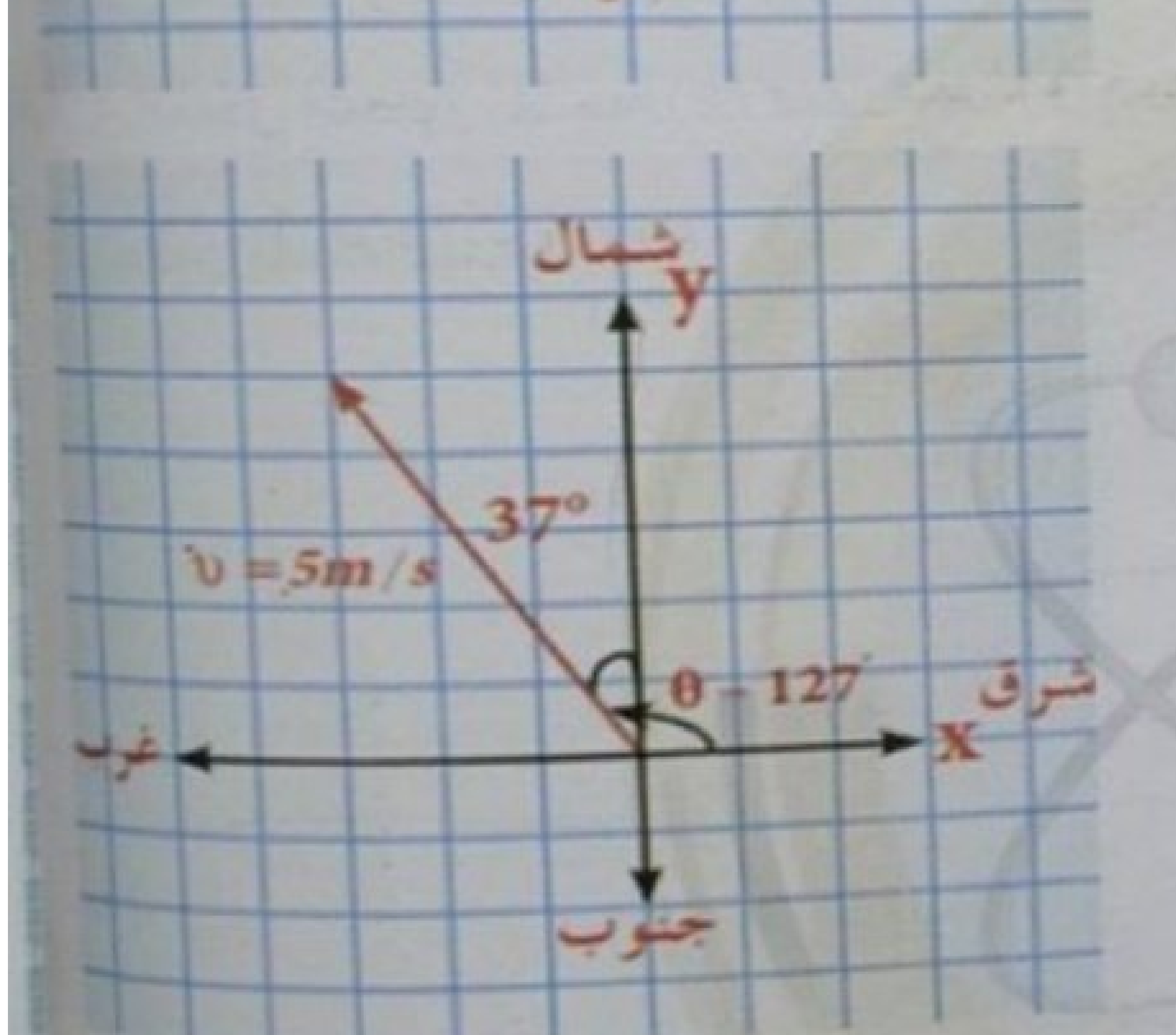
❷ جسم بسرعة $(\vec{v})$ مقدارها (5 m/s) باتجاه يصنع زاوية قياسها (37°) غرب الشمال



الحل

❶ نكتب مقدار متجه القوة بالصيغة الاتية $(\vec{F} = 3N)$ أما أتجاة القوة فهو غرباً أي بالاتجاه السالب لمحور (x) فيصنع زاوية $(\theta = 180^\circ)$ مع الاتجاة الموجب للمحور (x)





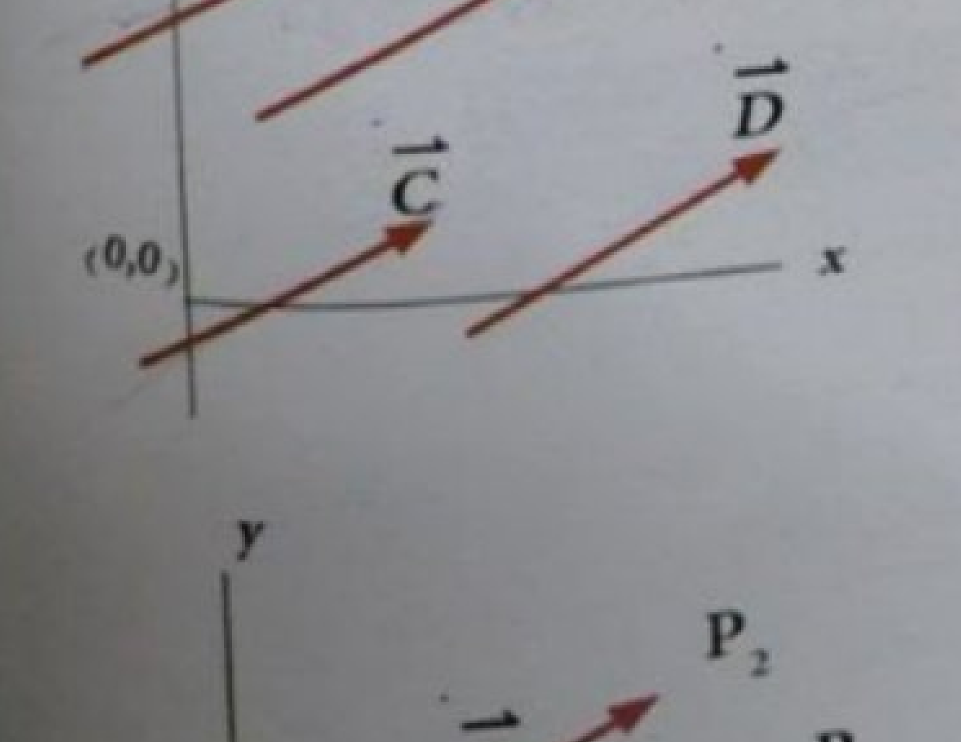
❷ مقدار السرعة $(\vec{v} = 5\ m/s)$ واتجاهها (37°) غرب الشمال اي (37°) مع المحور الشاقولي للمحور (y) الموجب لذا تكون $\theta = 27 + 90 \Rightarrow \theta = 127^\circ$ مع الاتجاة الموجب لمحور (x)

(1-4) بعض خصائص المتجهات

❶ التساوي

جميع المتجهات التي لها نفس المقدار (نفس طول السهم) ونفس الاتجاه بغض النظر عن نقطة البداية فأن المتجهات متساوية (مقداراً واتجاهاً)

$$\vec{A} = \vec{B} = \vec{C} = \vec{D}$$



❷ سالب المتجه

يرمز لسالب المتجه $(\vec{A})$ بالرمز $(-\vec{A})$ وان المتجة وسالب المتجة يكونان متساويين بالمقدار ومتعاكسين بالاتجاة (أي لهما نفس الطول ولكن عكس الاتجاه)







3 ضرب المتجه بكمية قياسية (كمية مقدارية)

ضرب المتجه بكمية قياسية (كمية قياسية) ان نتيجة ضرب المتجه بكمية قياسية (مقدارية) ينتج عنه متجه اخر يمتلك مقداراً جديداً لكن يبقى بنفس الاتجاه , مثلاً عند ضرب المتجه $(\vec{A})$ بكمية قياسية (مقدارها 3) فالناتج يكون $(3\vec{A})$ بنفس الاتجاه وكذلك بالنسبة:

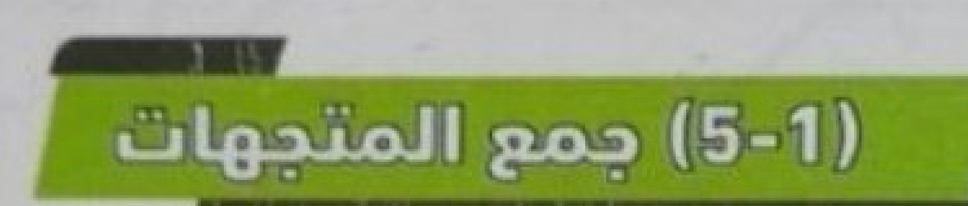
القوة بأتجاه التعجيل $\Rightarrow$ $\vec{F} = m\,\vec{a}$

القوة بنفس اتجاه المجال $\Rightarrow$ $\vec{F} = q\,\vec{E}$

حيث ان (m) و (q) كمية مقدارية

$\vec{A}$

$3\,\vec{A}$



(1-5) جمع المتجهات

بما أن للكمية المتجهة مقداراً واتجاهاً فعملية جمع المتجهات لا تخضع لقاعدة الجمع الجبري , كما هو الحال في الكميات القياسية وهنالك طرقتين وهما:-



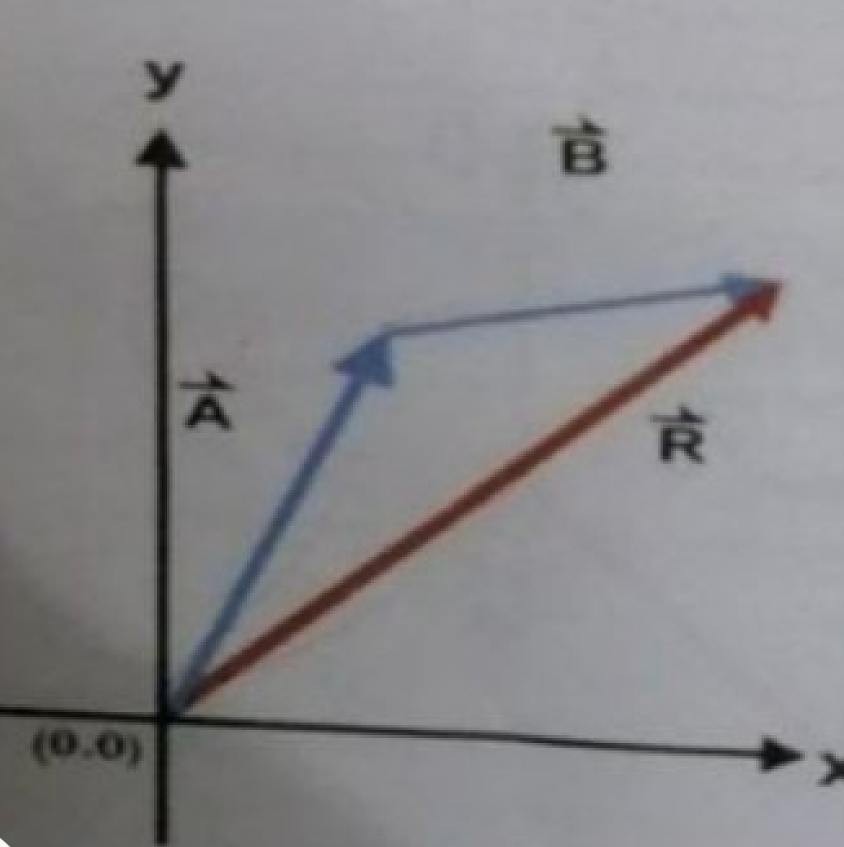
جمع المتجهات
- الطريقة البيانية
- طريقة التعامد

1 الطريقة البيانية في جمع المتجهات

❖ يمكن جمع المتجهات بيانياً طبقاً لهذه الطريقة (كما في الشكل) حيث ان المتجهين $(\vec{A}, \vec{B})$ يقعان في مستوى واحد وهو مستوى الصفحة وطول القطعة تمثل كلاً من المتجهين تتناسب طردياً مع مقدار المتجة ويشير السهم في نهاية المتجة الى اتجاة المتجة .

❖ ولايجاد حاصل جمع المتجهين $(\vec{A}, \vec{B})$ اولاً نرسم المتجة الاول $(\vec{A})$ ثم نقوم بوضع نهاية المتجة $(\vec{B})$ عند بداية المتجة الاول $(\vec{A})$ ثم نصل بخط مستقيم من بداية المتجة الاول $(\vec{A})$ الى نهاية المتجة الثاني $(\vec{B})$ والذي يمثل المتجة المحصل ويسمى $(\vec{R})$ حيث ان:-

$$\vec{R} = \vec{A} + \vec{B}$$





تتميز طريقة الجمع البياني للمتجهات بخاصية الابدال ويمكن كتابتها :-

$$\vec{A}+\vec{B}=\vec{B}+\vec{A}$$

❖ يمكن جمع المتجة $(\vec{A})$ مع نفسة كما موضح في الشكل بطريقة الرسم فأن المتجه المحصل $(\vec{R})$ في هذه الحالة هو:-

$$\vec{R}=\vec{A}+\vec{A}=2\vec{A}$$

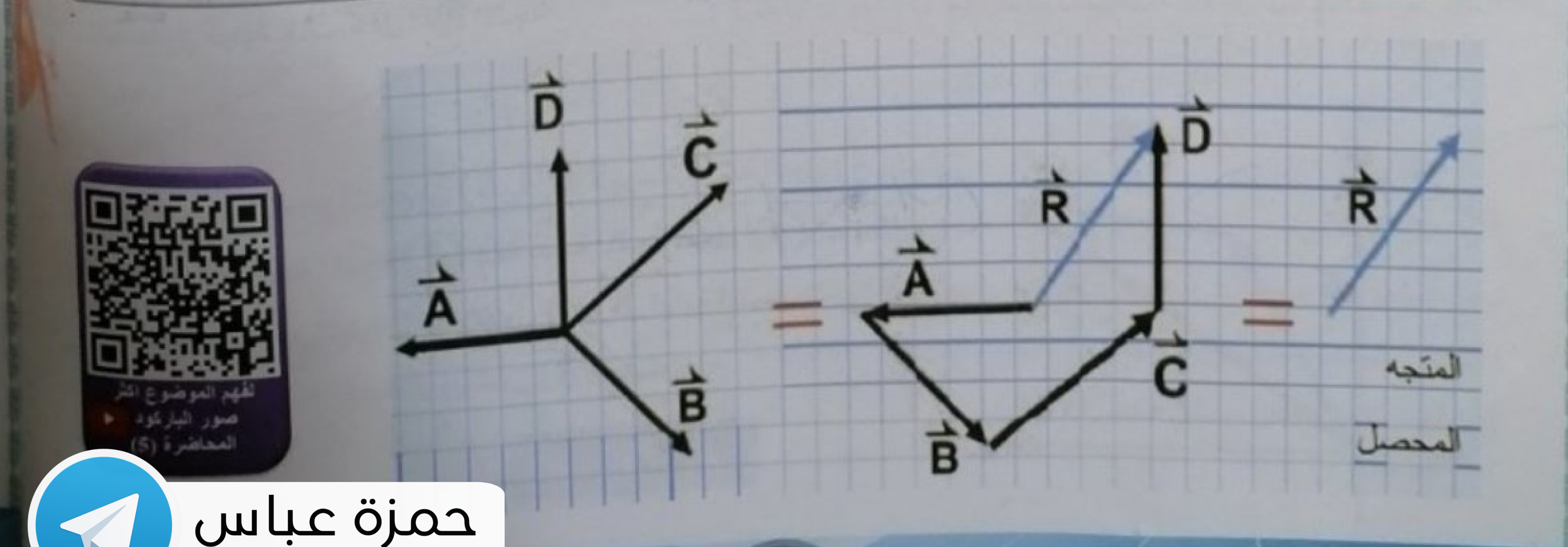
وهنا $(\vec{R})$ هو المتجه المحصل ومقداره يساوي ضعف مقدار المتجه $(\vec{A})$ وله نفس اتجاه $(\vec{A})$.

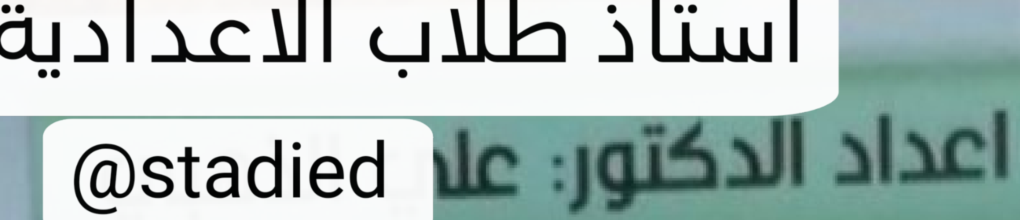
❖ كما نستطع ان نعرف حاصل طرح المتجهين $(\vec{A}-\vec{B})$ على انة حاصل جمع للمتجهين $(-\vec{B},\vec{A})$ والشكل يوضح ذلك اي ان:

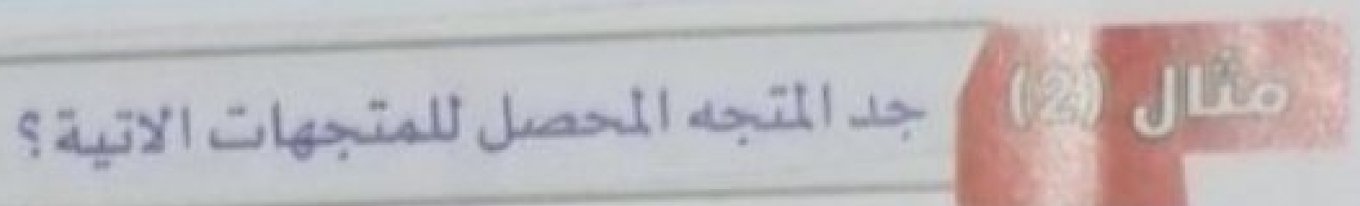
$$\vec{A}+(-\vec{B})=\vec{A}-\vec{B}$$

ويمكن ايجاد المتجه المحصل لثلاث متجهات او اكثر والتي تبدأ من نقطة التأثير نفسها ويتم جمع هذه المتجهات بوضع نهاية المتجه الثاني عند بداية المتجه الاول ثم نهاية المتجه الثالث عند بداية المتجه الثاني وهكذا ..... ثم يرسم المتجه المحصل $(\vec{R})$ بحيث يكون نهاية المتجه $(\vec{R})$ عند بداية المتجه الاول ورأسه ينطبق على رأس المتجه الاخير كما في الامثلة الاتية :-

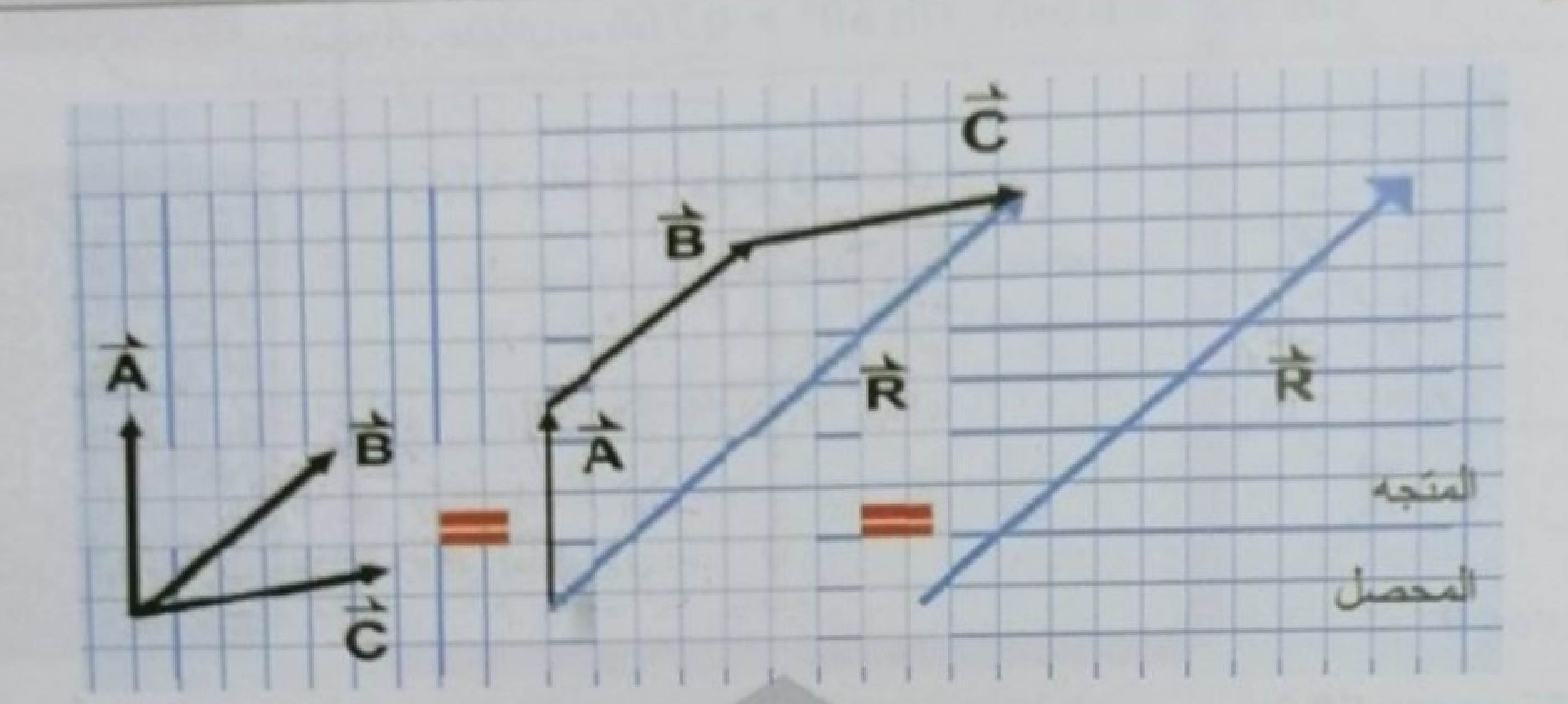
مثال (1) جد المتجه المحصل للمتجهات الاتية ؟



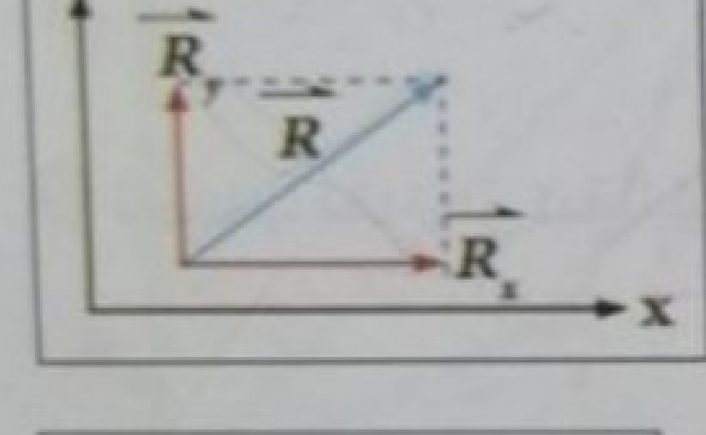




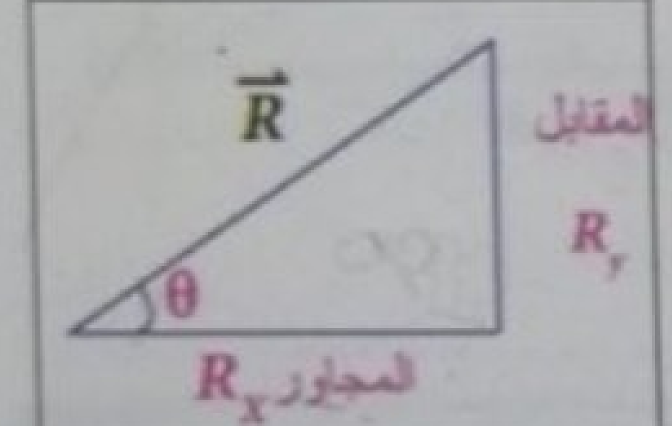
مثال (2) جد المتجه المحصل للمتجهات الاتية ؟



تحليل المتجه



يبين الشكل الاتي المتجه $(\vec{R})$ ويتم تحليله الى مركبتين تمثلان متجهين متعامدين احدهما يوازي المحور (x) ويسمى (بالمركبة الافقية) ويمثلها المتجه $(\vec{R_x})$ والاخر يوازي المحور (y) ويسمى (بالمركبة الشاقولية) ويمثلها $(\vec{R_y})$ وتسمى هذا العملية (تحليل المتجه الى مركباته).



وأن كل من $(\vec{R_x}, \vec{R_y})$ يمثلان ضلعان قائمان في مثلث قائم الزاوية والمتجه المحصل $(\vec{R})$ يمكن حسابه كالاتي :-

اولاً لحساب مقدار المتجه المحصل $(\vec{R})$ نطبق العلاقة الاتية :-

$$R = \sqrt{R_x^2 + R_y^2} \quad \Rightarrow \quad (\vec{R}) \text{ مقدار}$$

ثانياً لحساب أتجاه المتجه $(\vec{R})$ المحصل نطبق العلاقة :-

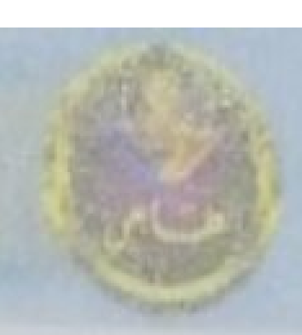
$$\tan\theta = \frac{R_y}{R_x} \quad \text{او} \quad \theta = \tan^{-1}\frac{R_y}{R_x} \quad \Rightarrow \quad (\vec{R}) \text{ مقدار}$$

ثالثاً لحساب كل من المركبة الافقية والمركبة الشاقولية للمتجه $(\vec{R})$ نطبق الاتي :

$$\cos\theta = \frac{R_x}{R} \quad \Rightarrow \quad R_x = R\cos\theta \quad \text{مقدار المركبة الافقية}$$

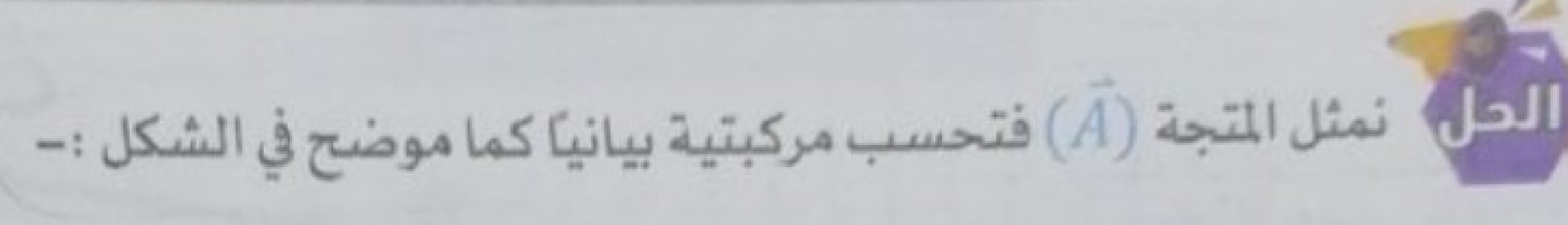
$$\sin\theta = \frac{R_y}{R} \quad \Rightarrow \quad R_y = R\sin\theta \quad \text{مقدار المركبة الشاقولية}$$

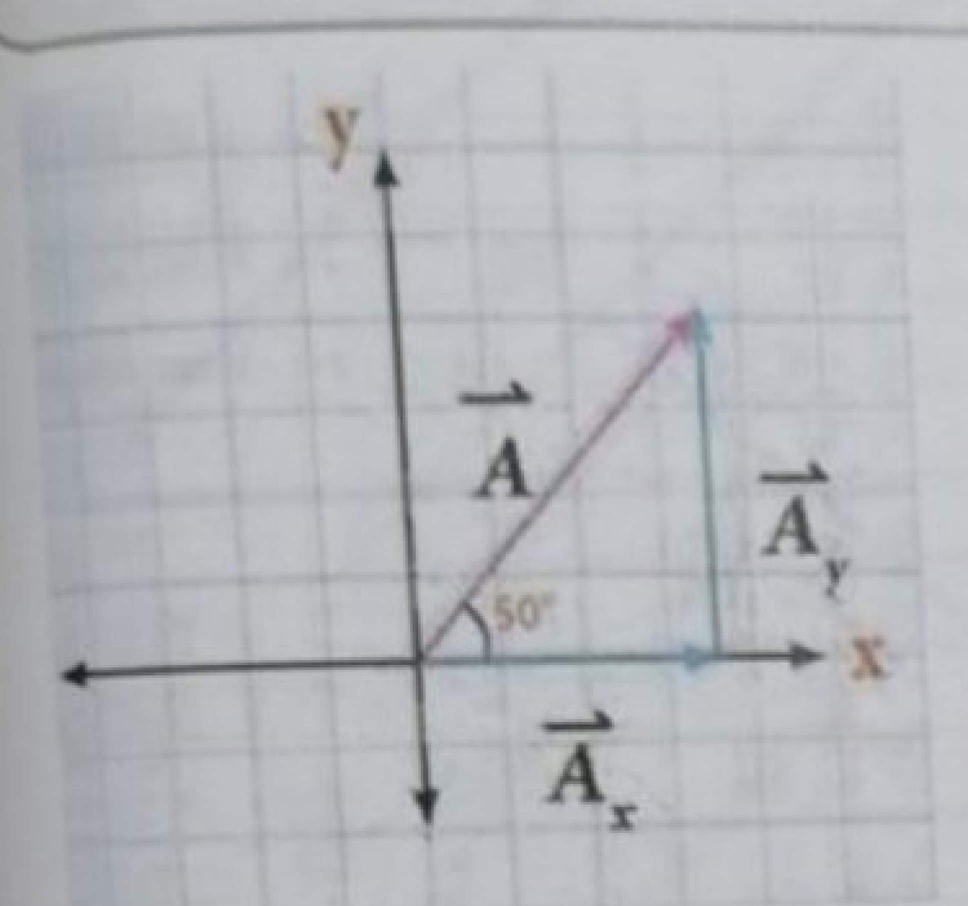




مثال(3) ص 15 (كتاب) اذا كان مقدار المتجه $(\vec{A})$ يساوي $(175m)$ ويميل بزاوية (50) عن المحور (x) جد مركبتي المتجه $\vec{A}$. علماً :- $\cos 50^\circ = 0.643 , \sin 50^\circ = 0.766$

الحل نمثل المتجه $(\vec{A})$ فتحسب مركبتية بيانياً كما موضح في الشكل الاتي :-





❶ لحساب مقدار المركبة الافقية (A_x) نطبق الاتي :-

$$A_x = A \cos \theta$$
$$A_x = 175 \times \cos 50^\circ$$
$$A_x = 175 \times 0.643$$
$$A_x = 112.53\ m$$

❷ لحساب مقدار المركبة الشاقولية (A_y) نطبق الاتي :-

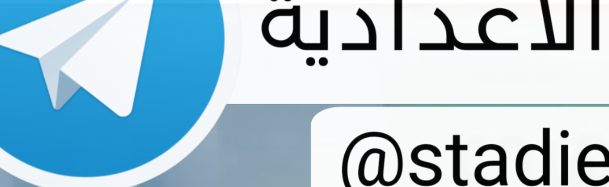
$$A_y = A \sin \theta$$
$$A_y = 175 \times \sin 50^\circ$$
$$A_y = 175 \times 0.766$$
$$A_y = 134\ m$$

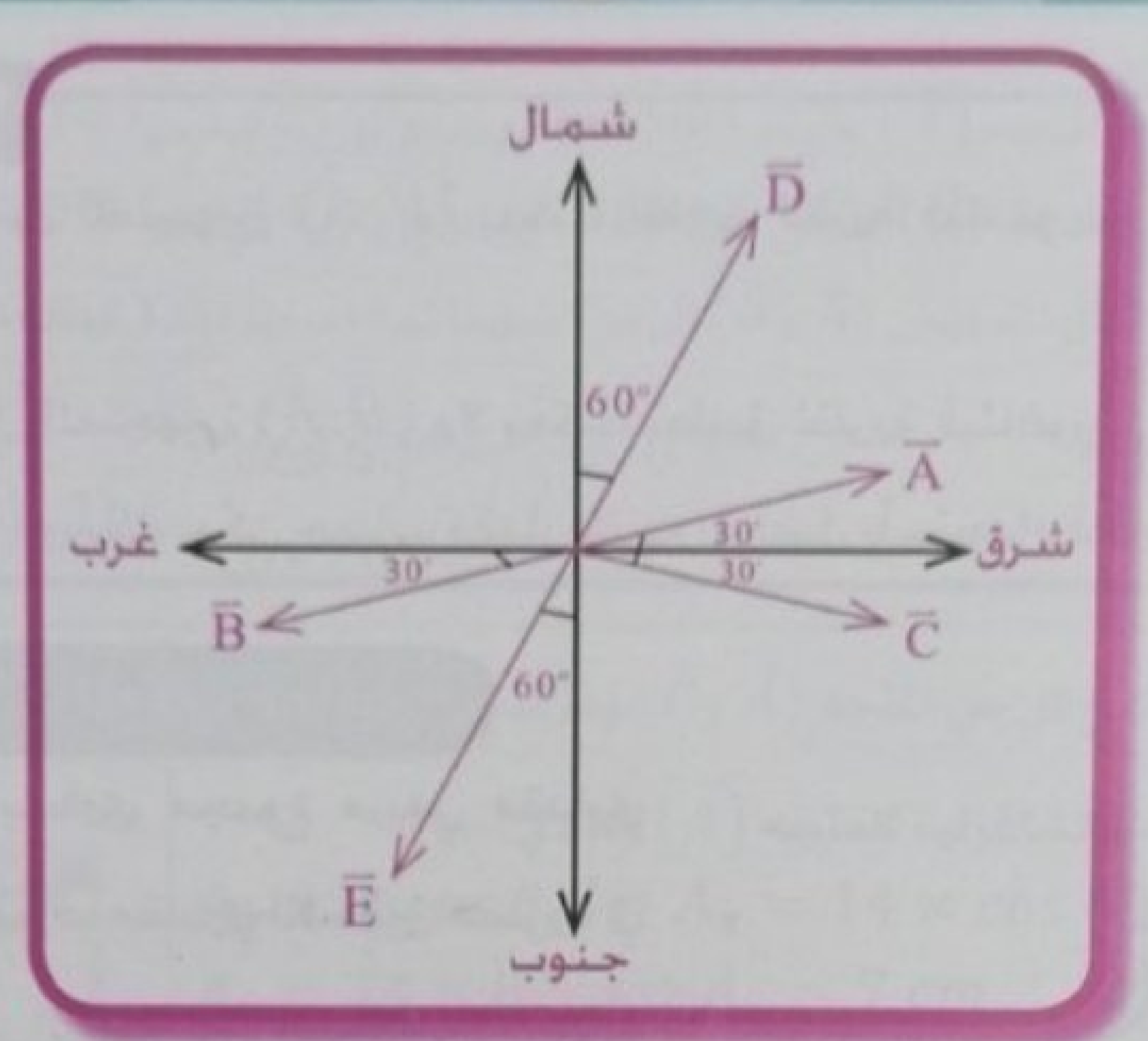
س أي واحد من متجهات الازاحة المبينة في الجداول ادناة تكون متساوية

المتجه	مقداره	اتجاهه
$\vec{A}$	100m	30° شمال الشرق
$\vec{B}$	100m	30° جنوب غرب
$\vec{C}$	100m	30° جنوب الشرق
$\vec{D}$	100m	60° شرق الشمال
$\vec{E}$	100m	60° غرب الجنوب



الجواب نرسم المتجهات $[\vec{A}, \vec{B}, \vec{C}, \vec{D}, \vec{E}]$ كما في الشكل ادناه ومنها نجد أنة لايوجد أي زوج من المتجهات المذكورة في الجداول تحقق شرط التساوي وهو (يتساوى متجهان اذا كان لهما نفس المقدار والاتجاه ... بداية كل منهما) .

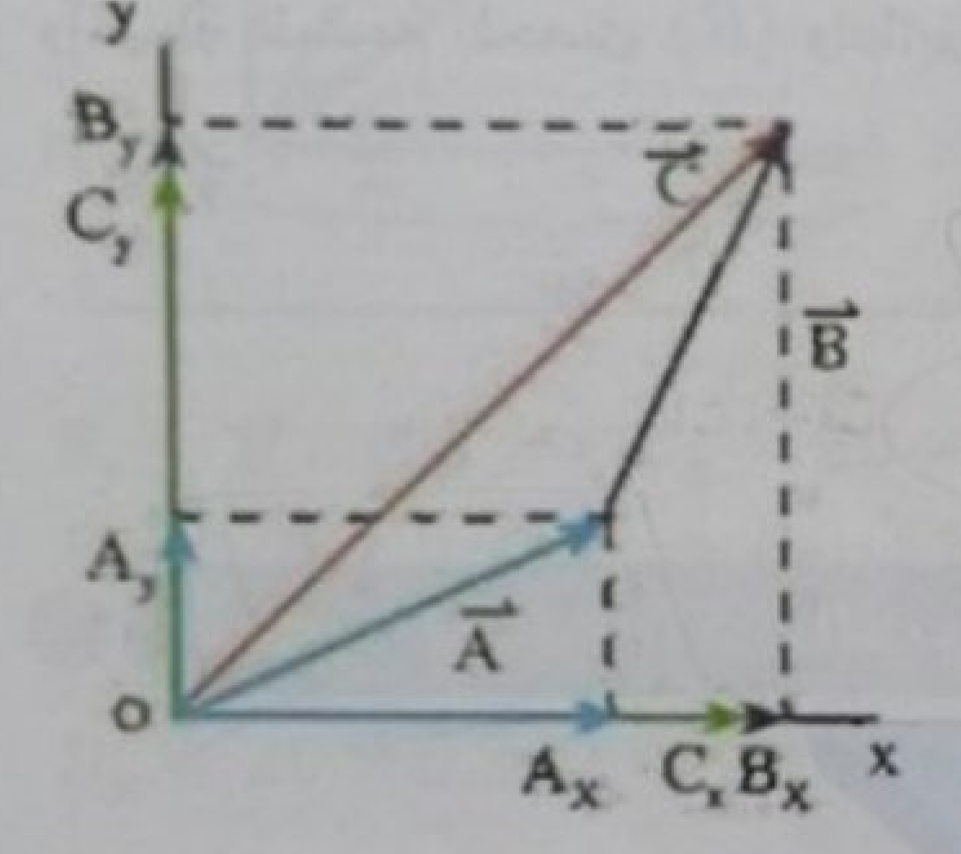




2 طريقة التحليل بالتعامد

طريقة التحليل بالتعامد لأيجاد محصلة متجهين أو اكثر من خلال عملية التحليل المتجه الى مركبتيه (المركبة الافقية على محور x) و (المركبة الشاقولية على محور y) يسهل علينا عملية جمع المتجهات من الناحية الحسابية فيمكن جمع متجهين او اكثر مثل $(\vec{A}, \vec{B}, \vec{C})$ بتحليل كل متجه الى مركباته الافقية والشاقولية كما موضح في الشكل.



وبذلك فتكون محصلة المركبات الافقية $(\vec{R_x})$ للمتجهات هي:-

$$\vec{R_x} = \vec{A_x} + \vec{B_x} + \vec{C_x}$$

وتكون محصلة المركبات الشاقولية $(\vec{R_y})$ للمتجهات هي:-

$$\vec{R_y} = \vec{A_y} + \vec{B_y} + \vec{C_y}$$

ومن خلال الشكل الاتي يتضح لدينا مثلث قائم الزاوية ضلعان كل من $(\vec{R_x}$ و $\vec{R_y})$ متعامدان مع بعضهما فأن مقدار المتجه المحصل لهما $(\vec{R})$ يمكن حسابة كالاتي:-

$$\text{مقداراً} \Rightarrow \quad \vec{R} = R_x^2 + R_y^2$$

ولحساب أتجاه المتجه المحصل $(\vec{R})$ نطبق العلاقة الاتية :-

$$\text{اتجاهاً} \Rightarrow \quad \theta = \tan^{-1}\frac{R_y}{R_x} \quad \text{او} \quad \tan\theta = \frac{R_y}{R_x}$$

وبذلك فأن زاوية المتجه المحصل (θ) تساوي الظل العكسي لناتج قسمة المركبة (y) مقسومة على المركبة (x) للمتجه المحصل $(\vec{R})$.

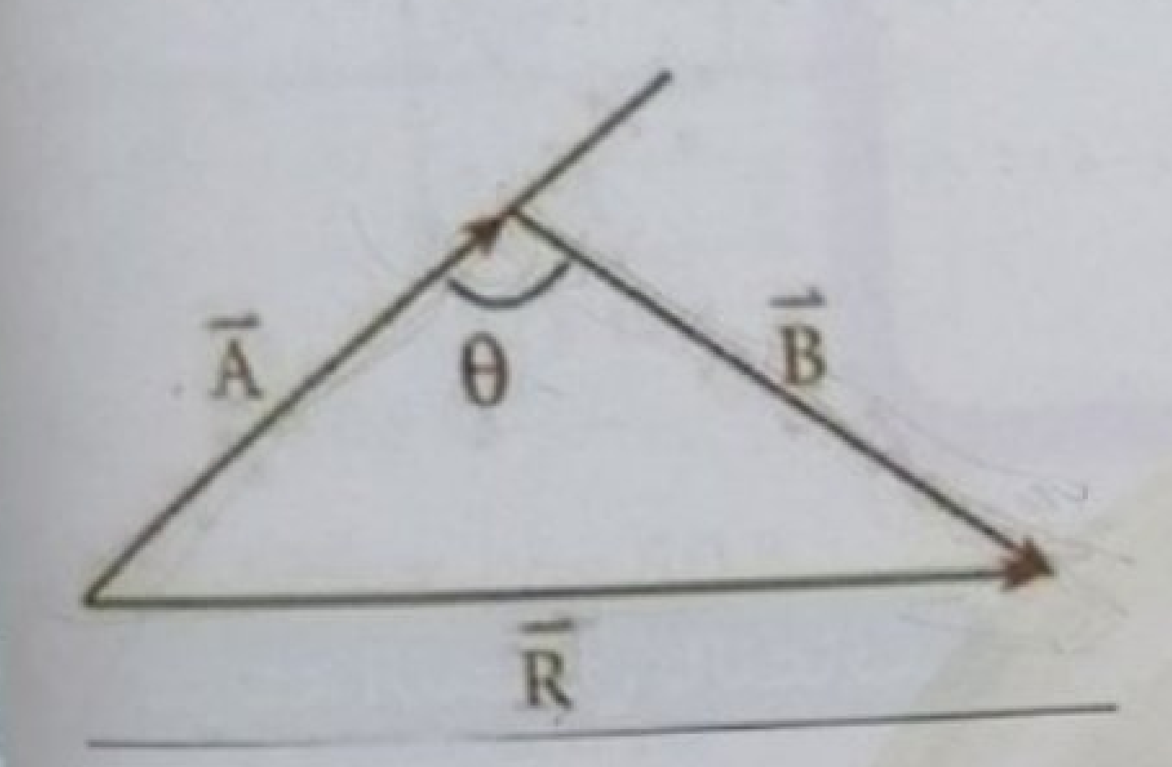


ملاحظات مهمة جدا

1. لأيجاد مقدار المتجه المحصل للمتجهين $(\vec{B},\vec{A})$ يمكننا تطبيق نظرية فيثاغورس اذا كانت الزاوية بين المتجهين $(\vec{B}$ و $\vec{A})$ تساوي (90°) (قائمة).
2. لأيجاد مقدار المتجه المحصل للمتجهين $(\vec{B},\vec{A})$ ولا يمكننا تطبيق نظرية فيثاغورس اذا كانت الزاوية بين المتجهين $(\vec{B}$ و $\vec{A})$ لا تساوي (90°) وبذلك يمكن حساب مقدار المتجه المحصل بأستخدام قانونين وهما:-

a قانون الـ $(Cosine)$ (الجيب تمام):-

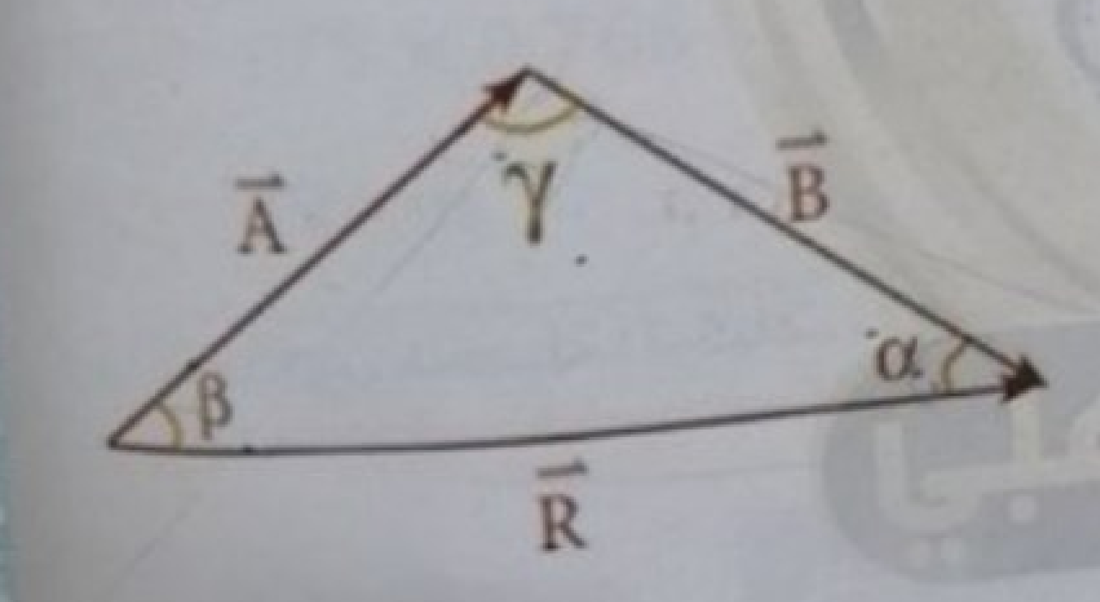
مربع مقدار المتجه المحصل يساوي مجموع مربعي مقداري المتجهين مطروحاً منه حاصل ضرب مقداري المتجهين مضروباً في $(\cos\theta)$ حيث ان (θ) هي الزاوية بين المتجهين $(\vec{B}$ و $\vec{A})$ والمقابلة للمتجه المحصل $(\vec{R})$ وتطابق في هذا الحالة العلاقة الاتية:-



$$R^2 = A^2 + B^2 - 2AB\cos\theta$$

b قانون الـ $(Sines)$ (الجيوب) :-

المتجه المحصل مقسوماً على (sin) الزاوية التي تقابله يساوي مقداراً احد المتجهين مقسوماً على (sin) الزاوية التي تقابلة وتطبق في هذه الحالة العلاقه الاتية :-



$$\frac{R}{\sin\delta} = \frac{A}{\sin\alpha} = \frac{B}{\sin\beta}$$



إثنان لا تنساهما :
ذكر الله والموت ,
وإثنان لا تذكرهما :
إحسانك للناس وإسائتهم لك



مثال (4) / ص18 (الكتاب)

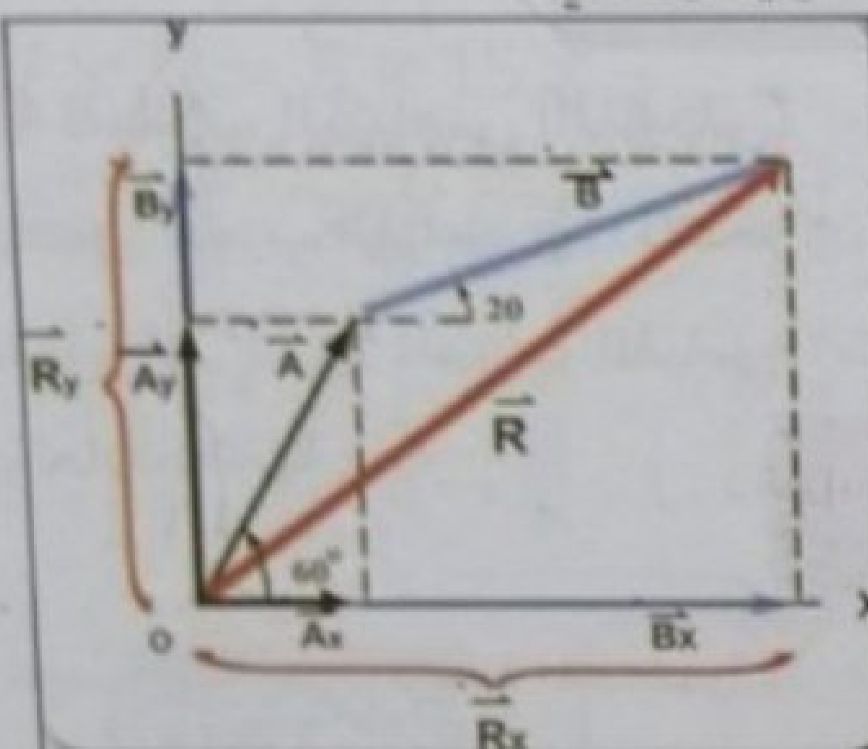
المتجه $(\vec{A})$ طوله (140m) ويصنع زاوية قياسها (60°) مع الاتجاه الموجب لمحور (x)
والمتجه $(\vec{B})$ طوله (200m) ويصنع زاوية قياسها (20°) مع الاتجاه الموجب لمحور (x)
حلل المتجهين $(\vec{B}$ و $\vec{A})$ الى مركبتيهما ثم احسب مقدار واتجاه المتجه المحصل $(\vec{R})$ علماً أن :-

$\sin 60° = \frac{\sqrt{3}}{2} = 0.866$, $\cos 60° = \frac{1}{2} = 0.5$ $\tan 36^o = 0.735$

$\sin 20° = 0.342$, $\cos 20° = 0.939$


الحل

نرسم شكل بيانياً يوضح كل من المتجه $(\vec{B}$ و $\vec{A})$ ومركبتهما الافقية والشاقولية وكالاتي:-



1. نحسب مقدار المركبة الافقية والشاقولية للمتجه $(\vec{A})$ وكالاتي:-

$A_x = A \cos\theta \Rightarrow A_x = 14 \times \cos 60°$

$A_x = 14 \times 0.5 \Rightarrow A_x = 7\ cm$ المركبة الافقية

$A_y = A \sin\theta \Rightarrow A_y = 14 \times \sin 60$

$A_y = 14 \times 0.886 \Rightarrow A_y = 12.12\ cm$ المركبة الشاقولية

2. نحسب مقدار المركبة الافقية والشاقولية للمتجه $(\vec{B})$ وكالاتي :-

$B_x = B \cos\theta \Rightarrow B_x = 20 \times \cos 20$

$B_x = 20 \times 0.939 \Rightarrow B_x = 18.79\ cm$ المركبة الافقية

$B_y = B \sin\theta \Rightarrow B_y = 20 \times \sin 20$

$B_y = 20 \times 0.342 \Rightarrow B_y = 6.84\ cm$ المركبة الشاقولية

ثم نحسب مقدار محصلة المركبتين الافقيتين لكل من المتجهين $(\vec{B}$ و $\vec{A})$ والذي يمثل $(\vec{R_x})$ كالاتي :-

$R_x = A_x + B_x \Rightarrow R_x = 7 + 18.79 \Rightarrow R_x = 25.79\ cm$

ونحسب مقدار محصلة المركبتين الشاقوليتين لكل من المتجهين $(\vec{B}$ و $\vec{A})$ والذي يمثل $(\vec{R_y})$ كالاتي :-

$R_y = A_y + B_y \Rightarrow R_y = 12.12 + 6.84 \Rightarrow R_y = 18.96\ cm$

ولحساب مقدار المتجه المحصل $(\vec{R})$ يتم من خلال تطبيق نظرية فيثاغورس وكالاتي :-

$R = \sqrt{R_x^2 + R_y^2} \Rightarrow R = \sqrt{(25.79)^2 + (18.96)^2} \Rightarrow R = 32\ cm$

ولحساب اتجاه المتجه المحصل $(\vec{R})$ يتم من خلال الاتي :-

$\tan\theta = \frac{R_y}{R_x} \Rightarrow \tan\theta = \frac{18.96}{25.79} \Rightarrow \tan\theta = 0.735 \Rightarrow \theta = 36°$

قياس الزاوية θ مع الاتجاه الموجب للمحور (x)









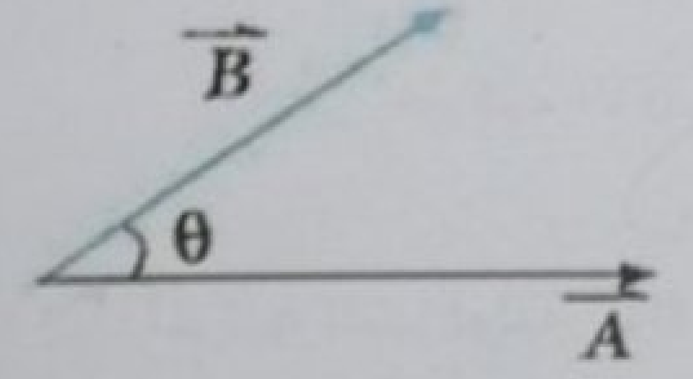
(1-6) ضرب المتجهات

في بعض الاحيان نحتاج الى ضرب كمية متجهة بكمية متجهة اخرى وقد يكون ناتج الضرب كمية قياسية او كمية متجهه لذلك فأن ضرب المتجهات يكون على نوعين :

ضرب المتجهات

- **الضرب القياسي (النقطي)**
- **الضرب الاتجاهي**

❶ الضرب القياسي (النقطي)



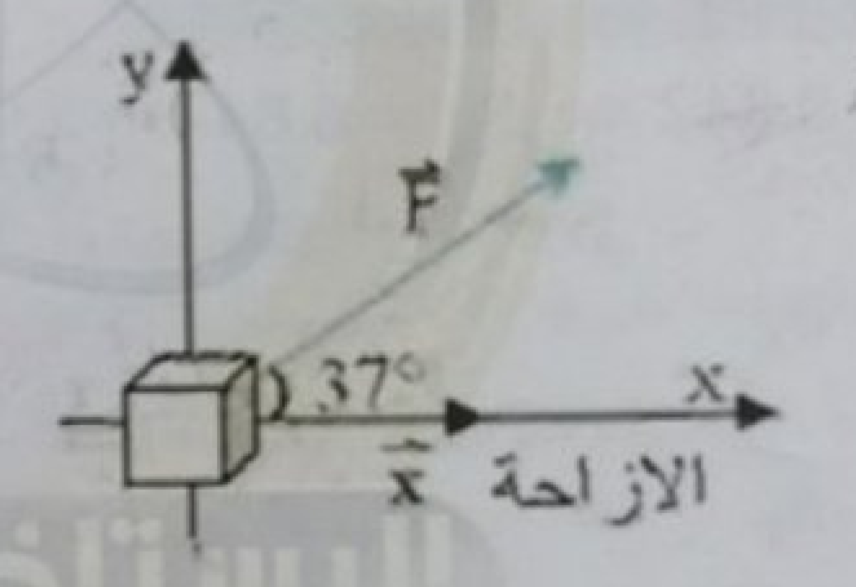
يسمى الضرب القياسي بهذا الاسم لان ناتج الضرب كمية قياسية يسمى ضرباً نقطياً لان اشارة الضرب القياسي (النقطي) للمتجهين $(\vec{B} \text{ و } \vec{A})$ ويعطى بالعلاقة الاتية :

$$\vec{A}.\vec{B} = |\vec{A}||\vec{B}| \cos\theta$$

حيث ان : θ هي الزاوية المحصورة بين المتجة $(\vec{B} \text{ و } \vec{A})$ كما موضح في الشكل ويكون مقدارها بين $(180 - 0^\circ)$

مثال (5) / (كتاب ص21) الكتاب أثرت قوة مقدارها (40N) باتجاه (37°) فوق الافق في جسم حركتة ازاحة (10m) بالاتجاه الافقي احسب مقدار الشغل التي تبذلة تلك القوة.





$$W(wors) = \vec{F}\,(force).\vec{x}\,(displacement)$$

$$W = |\vec{F}||\vec{X}|\cos\theta$$

$$W = 40 \times 10 \times \cos 37$$

$$W = 40 \times 10 \times 0.8$$

$$W = 320\ Joule$$

❷ الضرب الاتجاهي

يسمى هذا النوع من ضرب المتجهات بالضرب الاتجاهي لان ناتج الضرب الاتجاهي هو كمية متجهة حيث ينتج من حاصل ضرب المتجهين متجهاً ثالث يكون عمودياً على المستوى الذي يحتوي المتجهين $(\vec{B} \text{ و } \vec{A})$ كما موضح في الشكل ويعطى بالعلاقة الاتية :-

$$\vec{C} = \vec{A} \times \vec{B} \quad \Rightarrow \quad \vec{C} = |\vec{A}||\vec{B}| \sin\theta$$

حيث ان : θ هي الزاوية المحصورة بين المتجة $(\vec{B} \text{ و } \vec{A})$

ويمكن تحديد اتجاة المتجة $(\vec{C})$ المحصل باستخدام قاعدة الكف اليمنى حيث ندور الاصابع للكف اليمنى من اتجاة المتجة الاول (مثلاً $\vec{A}$) نحو اتجاة المتجة الثاني (مثلاً $\vec{B}$) فيشير الابهام الى اتجاة المتجة المحصل $(\vec{C})$



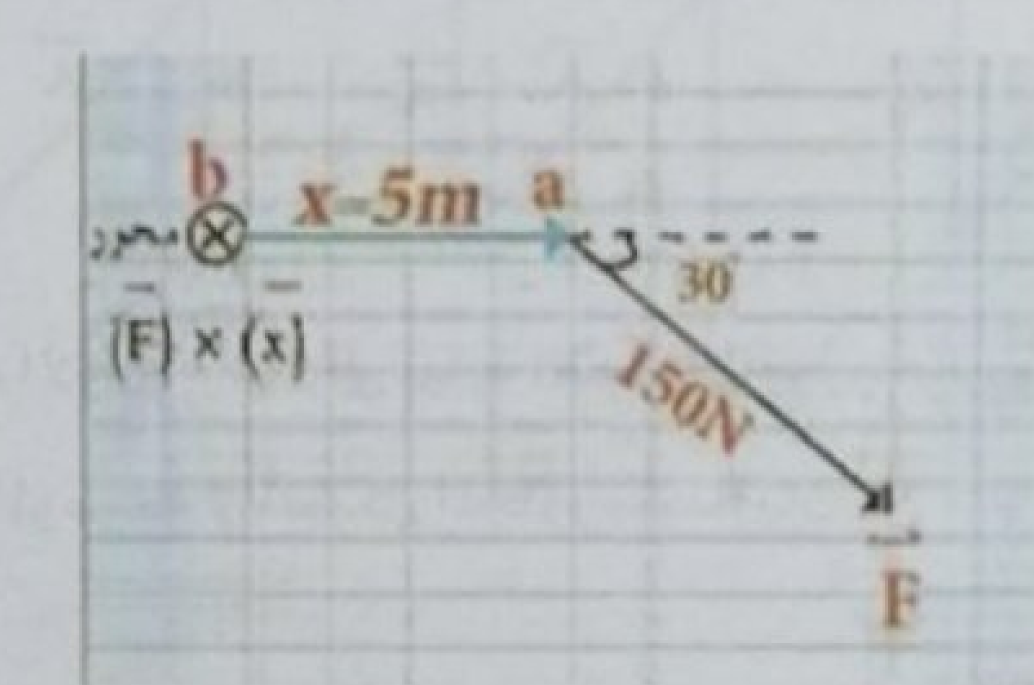




مثال (6) / (كتاب ص21) أثرت القوة $(\vec{F})$ مقدارها (150 N) في العتله (a b) عند النقطة (a) والتي تبعد عن محور الدوران (b) بالبعد (5m) كما موضح في الشكل جد مقدار واتجاه المتجه المحصل .



الحل



$$|\vec{F} \times \vec{X}| = |\vec{X}||\vec{F}|\sin\theta$$

$$|\vec{F} \times \vec{X}| = 5 \times 150 \sin 30$$

$$|\vec{F} \times \vec{X}| = 5 \times 15 \times \frac{1}{2}$$

$$|\vec{F} \times \vec{X}| = 375\ N.M$$

بأتجاه القارئ خارج الصفحة طبقاً لقاعدة اليد اليمنى .

ملاحظات مهمة جدا

1. $\vec{A}.\vec{A} = |\vec{A}||\vec{A}|\cos 0 = A^2$
2. $|\vec{A} \times \vec{A}| = |\vec{A}||\vec{A}|\sin 0 = 0$
3. وجود خاصية الابدال بطريقة الضرب القياسي $\vec{A}.\vec{B} = \vec{B}.\vec{A}$
4. عدم وجود خاصية الابدال بطريقة الضرب الاتجاهي $\vec{A} \times \vec{B} = -\vec{B} \times \vec{A}$
5. اذا كان المتجة $(\vec{A})$ عمودي على المتجه $(\vec{B})$ فأن :- $\vec{A}.\vec{B} = 0$

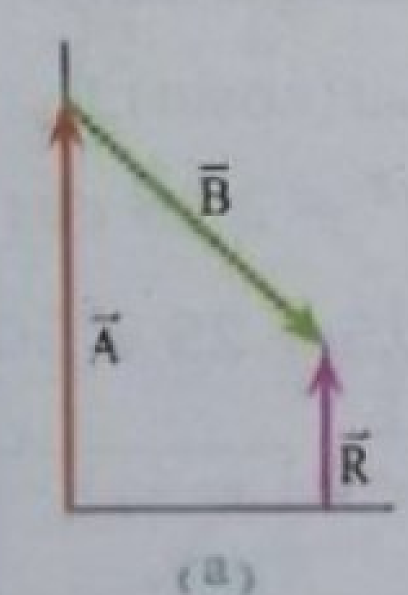


حلول أسئلة الفصل الاول

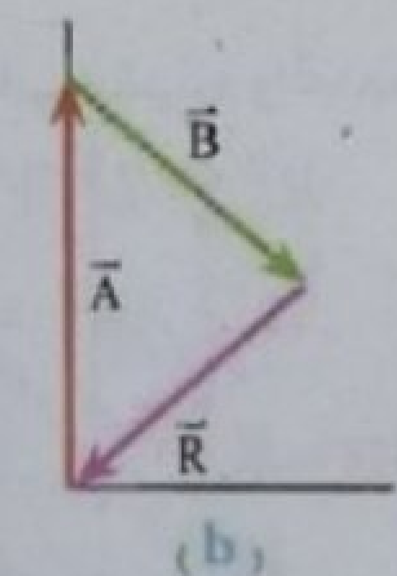
س1 اختر الاجابة الصحيحة لكل من العبارات الاتية :-

1. متجهي الازاحة $(\vec{B}, \vec{A})$ جُمعا سوية للحصول على مقدار المتجه المحصل $(\vec{R})$ أي من الاشكال الآتية يوضح بصورة صحيحة المتجه المحصل لهما .

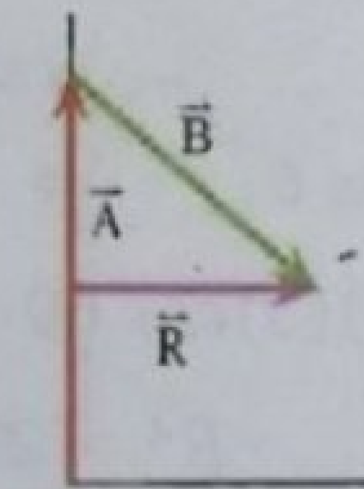




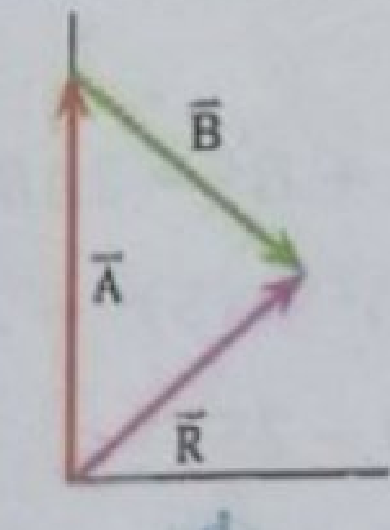
(a)



(b)



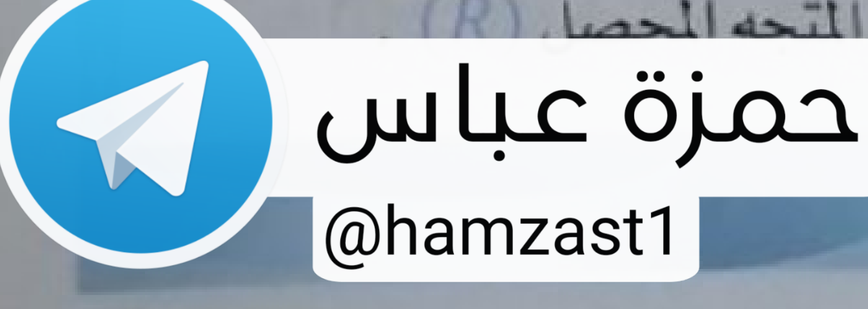
(c)



(d)

الجواب الاختيار الصحيح فرع (d)

التوضيح ⇐ المستقيم الواصل من بداية المتجه الاول (A_x) الى نهاية المتجه الثاني (A_y) يمثل المتجه المحصل $(\vec{R})$



❷ قطع شخص ازاحة $\vec{A}$ باتجاه الجنوب الشرقي أياً من الأشكال الآتية يوضح بصورة صحيحة المركبتين $\vec{A}_x$, $\vec{A}_y$ للمتجه $\vec{A}$

الجواب الاختيار الصحيح فرع (c)

التوضيح ⇐ المستقيم الواصل من بداية المتجه الاول $(\vec{A_x})$ الى نهاية المتجه الثاني $(\vec{A_y})$ يمثل المتجه المحصل $(\vec{R})$.

❸ أي زوج من المتجهات $(\vec{K}, \vec{L}, \vec{M}, \vec{N})$ الموضحة في الشكل المجاور متساويان :

(a) $\vec{L}$ و $\vec{K}$

(b) $\vec{K}$ و $\vec{M}$

(c) $\vec{L}$ و $\vec{M}$

(d) $\vec{N}$ و $\vec{L}$

الجواب الاختيار الصحيح فرع (a)

❹ في الشكل المجاور المتجهان $(\vec{K}, \vec{L})$ متساويان في المقدار أي المتجهات الآتية يمثل محصلتهما ؟

لتفهم الموضوع اكثر صور الباركود المحاضرة (8)

الجواب الاختيار الصحيح فرع (d)

التوضيح ⇐ من خلال الشكل الاتي فأن بداية المتجه $(\vec{A})$ الى نهاية المتجه $(\vec{B})$ يمثل مقدار المتجه المحصل $(\vec{R})$ ونستخدم قانون الـ(sines) والـ(cosin) لحساب مقداره واتجاهه وكالاتي :-

$R^2 = A^2 + B^2 - 2AB\cos\theta \Rightarrow R^2 = L^2 + B^2 - 2LB\cos\theta$

$R^2 = (5)^2 + (5)^2 - 2(5)(5)\cos 60 \Rightarrow R^2 = 25 + 25 - 50 \times \frac{1}{2}$

$R^2 = 50 - 25 \Rightarrow R^2 = 25 \Rightarrow R = 5$ مقداراً

$\frac{R}{\sin\theta} = \frac{K}{\sin\propto} \Rightarrow \frac{5}{\frac{\sqrt{3}}{2}} = \frac{5}{\sin\propto} \Rightarrow 5\sqrt{\frac{3}{2}} = 5\sin\propto$

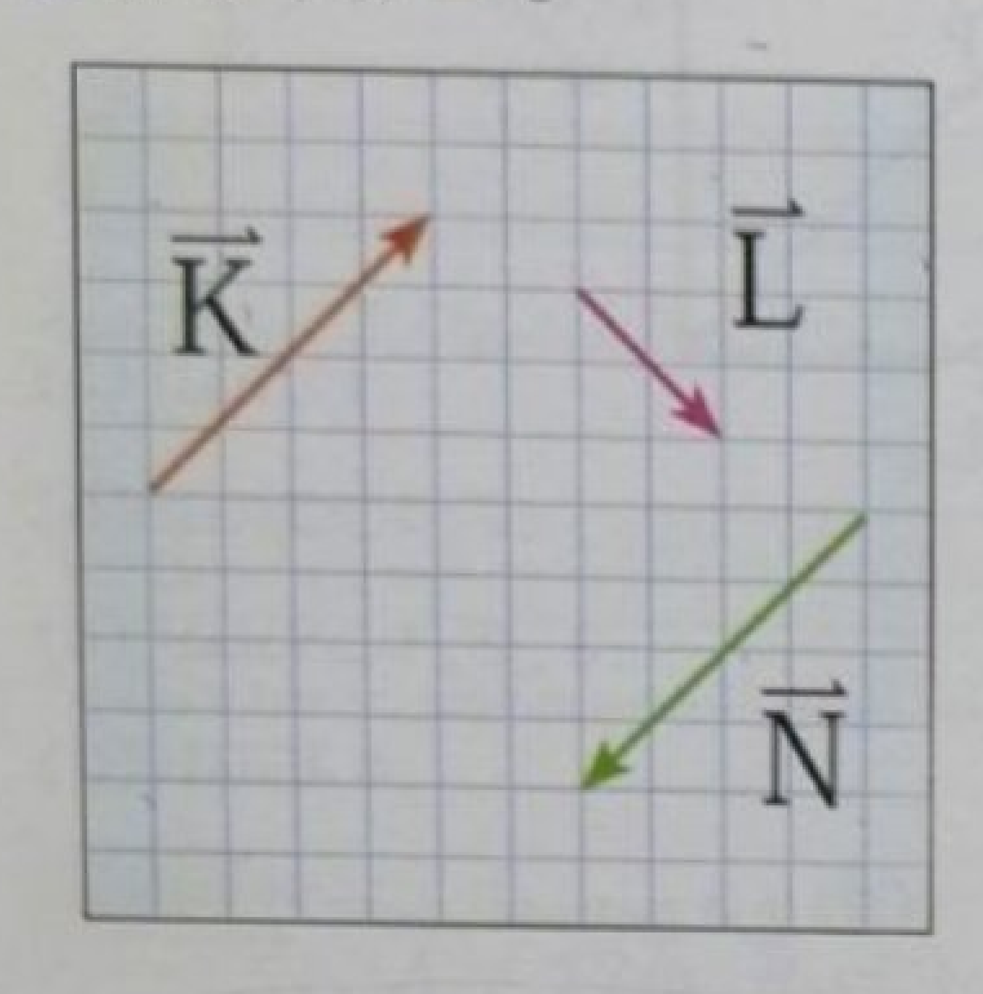
$\propto = 60^\circ$ اتجاها

5 المتجهات $(\vec{K}, \vec{L}, \vec{N})$ كما هي موضحة في الشكل المجاور اي من المعادلات الآتية غير صحيحة :

1... $\vec{K} = \vec{N}$

2... $\vec{K} + \vec{L} + \vec{N} = \vec{L}$

3... $\vec{K} + \vec{N} = 0$



(a) المعادلة 1

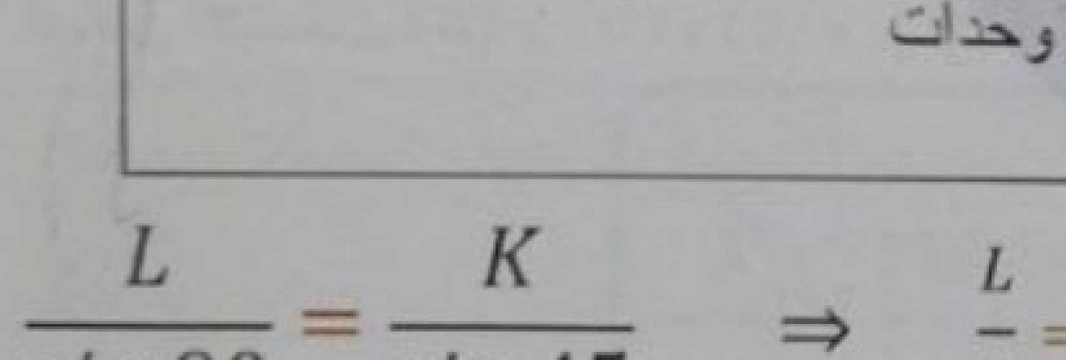
(b) المعادلة 2

(c) المعادلة 2 , 3

(d) المعادلات 1 , 2 , 3

الجواب الاختيار الصحيح فرع (a)

6 اذا كان المتجه المحصل للمتجهين $\vec{K}, \vec{L}$ عمودياً على المتجه $\vec{K}$ (لاحظ الشكل المجاور) فأن مقدار المتجه $\vec{L}$ يساوي :-



(a) 8 وحدات .

(b) $4\sqrt{3}$ وحدات .

(c) $4\sqrt{2}$ وحدات .

(d) $8\sqrt{2}$ وحدات .

الجواب الاختيار الصحيح فرع (d)

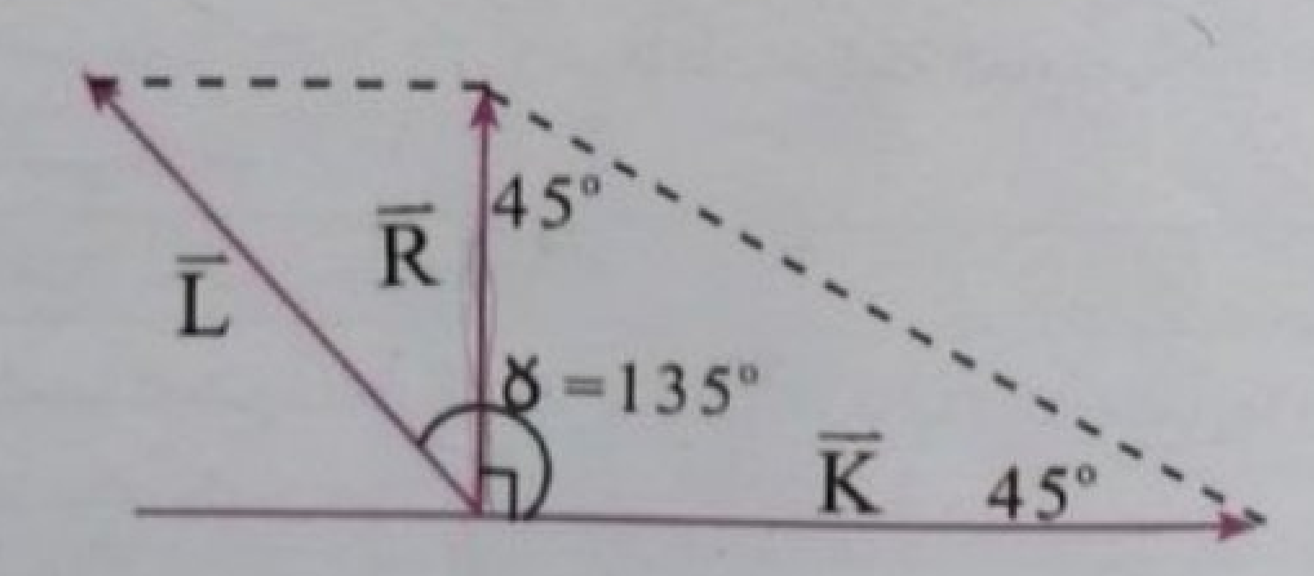
التوضيح ⇐ (الطريقة الاولى للحل)

$$\frac{L}{\sin 90} = \frac{K}{\sin 45} \Rightarrow \frac{L}{1} = \frac{8}{\frac{1}{\sqrt{2}}} \Rightarrow 8 = \frac{L}{\sqrt{2}} \Rightarrow L = 8\sqrt{2}$$

(الطريقة الثانية للحل)

$$\cos 45 = \frac{K}{L} \Rightarrow \frac{1}{\sqrt{2}} = \frac{8}{L} \Rightarrow L = 8\sqrt{2}$$











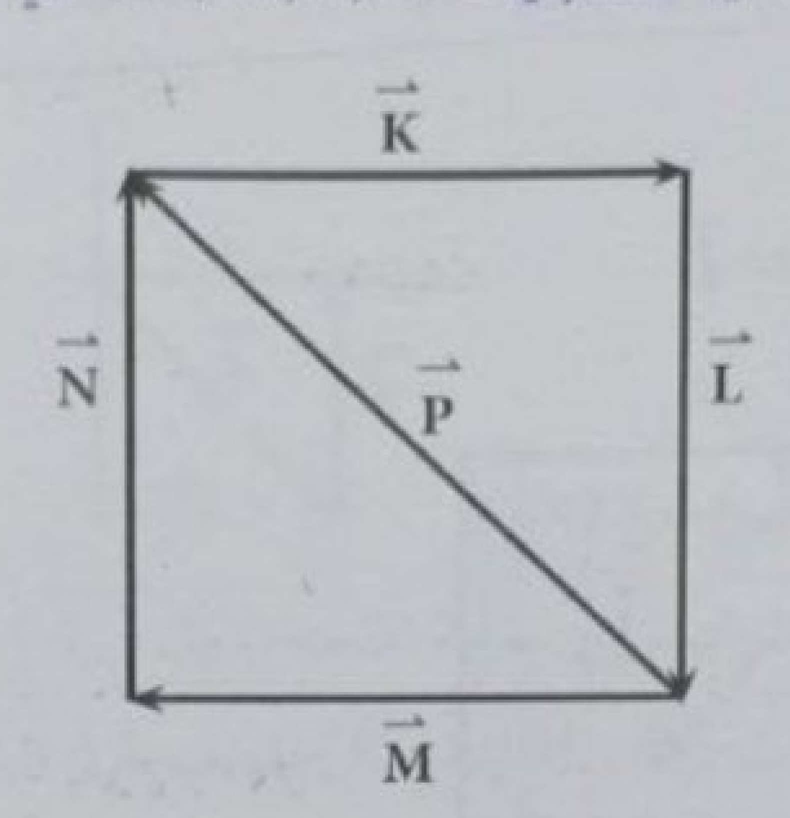
7 أي من المعادلات الاتية للمتجهات $\vec{P}, \vec{N}, \vec{M}, \vec{L}, \vec{K}$ في الشكل المجاور تكون غير صحيحة

1... $\vec{K} + \vec{L} - \vec{M} - \vec{N} = -\overrightarrow{2P}$

2... $\vec{K} + \vec{L} + \vec{M} + \vec{N} = 0$

3... $\vec{N} + \vec{M} = \vec{P}$

4... $-(\vec{K} + \vec{L}) = \vec{P}$



لفهم الموضوع اكثر صور الباركود المحاضرة (8)

(a) المعادلة 1.

(b) المعادلتان 1 , 2.

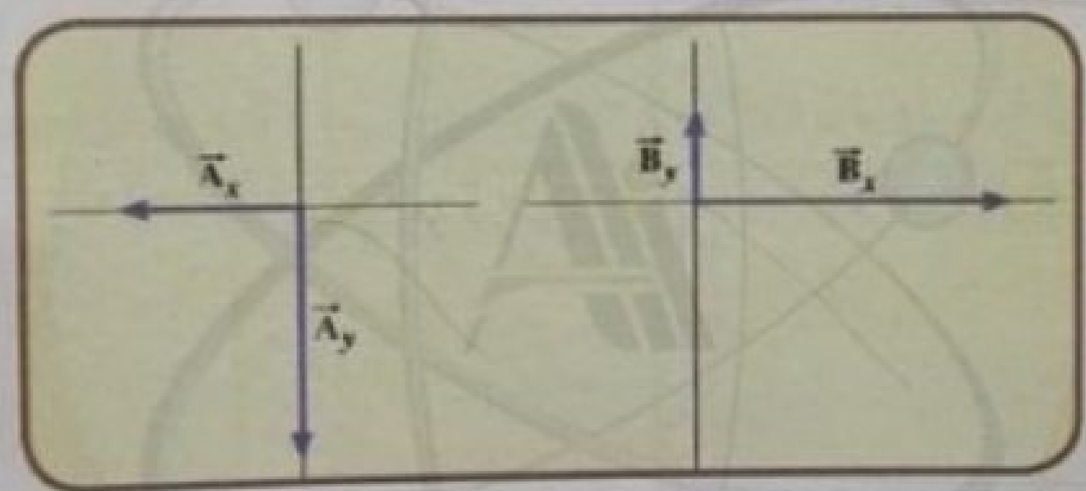
(c) المعادلات 1 , 2 , 3.

(d) المعادلة 4.

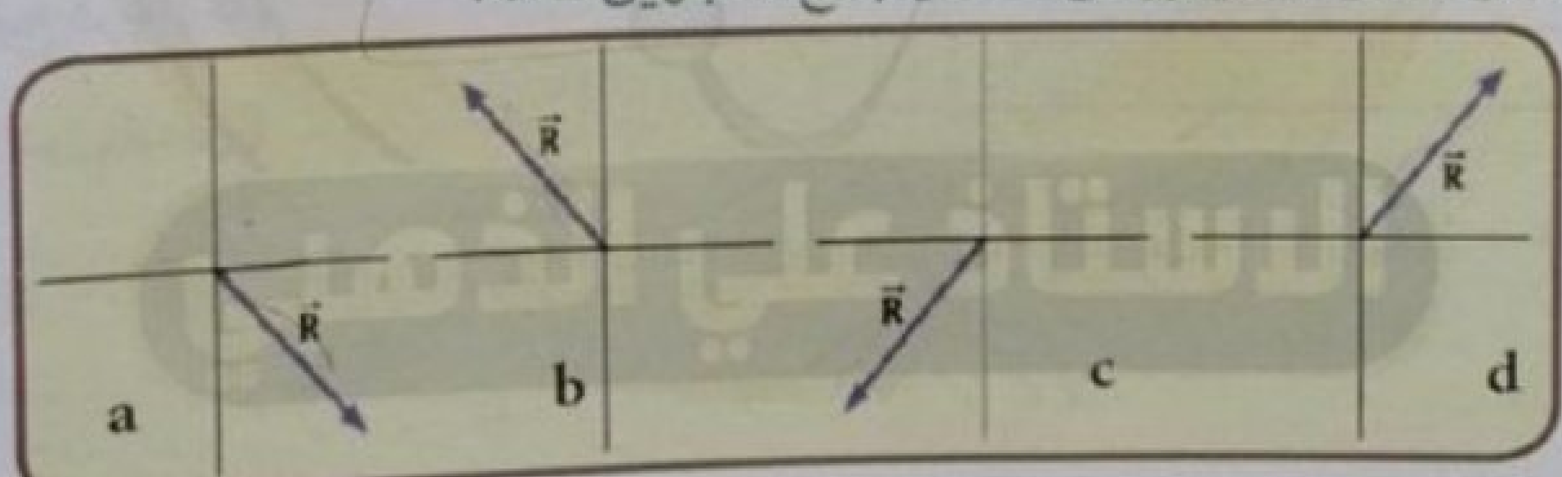
الجواب الاختيار الصحيح فرع (d)



8 الشكل المجاور يبين مركبتي المتجهين $\vec{B}, \vec{A}$ والمتجه المحصل هو $\vec{R}$.



اي من الاشكال (a) و (b) و (c) و (d) يعبر عن حاصل جمع المتجهين A+B



الجواب الاختيار الصحيح فرع (a)

س2 هل يمكن لمركبة ان تساوي صفراً ؟ على الرغم من ان مقدار المتجة لايساوي صفراً ؟ وضح ذلك.

الجواب نعم يمكن ذلك ... مثلاً متجة السرعة $\vec{V} = 5\ m/s$ شرقاً فأن مركبتة العامودية $\vec{V_y} = V\sin 0$ تساوي صفر على الرغم من اي مقدار متجة السرعة هو $\vec{V} = 5\ m/s$.

س3 هل يمكن لمتجة ما أن يمتلك مقداراً سالباً ؟ وضح ذلك ؟

الجواب كلا لا يمكن .... لان اي كمية متجهة توضع داخل علامة المطلق $|\vec{A}|$ فأنها تمثل مقدارها ودائماً قيمة موجبة يمكن القول ان المتجهة يمتلك اتجاهاً سالباً وليس مقداراً سالباً .

س4 اذا كان $(\vec{A} + \vec{B} = 0)$ مايمكنك ان تقول عن هذين المتجهين ؟

الجواب نقول ان المتجهين لهما نفس المقدار (نفس طول السهم) ومتوازيين ولكنهما متعاكسين بالاتجاه.

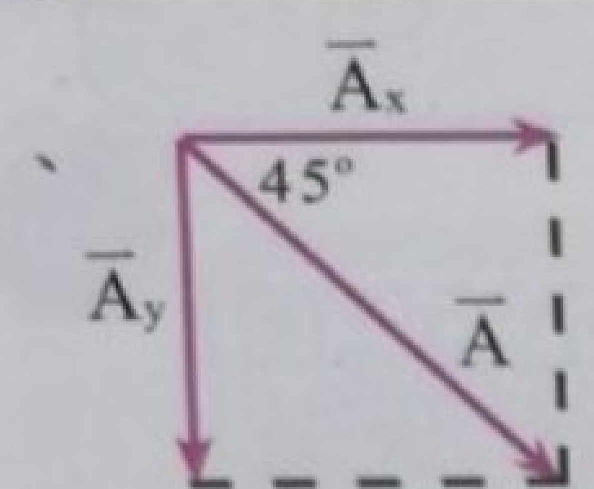






س5 تحت اية ظروف يمكن لمتجة ان يمتلك مركبتين متساويين بالمقدار ؟

الجواب عندما يميل المتجة بزاوية مقدارها $(45°)$ مع المحور الموجب (x) لأن:-



$$\vec{A}_X = \vec{A}_Y$$
$$Acos45 = Asin45$$

فأن المركبة الافقية تكون مساوية للمركبة الشاقولية

س6 هل يمكن اضافة كمية متجهة الى كمية قياسية وضح ذلك ؟

الجواب كلا لا يمكن .... لأن الكمية القياسية كمية مقدارية نستدل عليها من مقدارها ووحدة قياسها والكمية المتجهة نستدل عليها من مقدارها واتجاهها ووحدة قياسها وتجمع هدنسياً وليس جبرياً .

س7 اذا كان مقدار المتجه $|\vec{A}| = 12m$ ومقدار المتجه $|\vec{B}| = 9m$ ومقدار المتجه المحصل $|\vec{R}| = 3m$ وضح ذلك مع الرسم ؟

الجواب واضح لدينا من السؤال أن المتجهين متوازيين ومتعاكسيين بالاتجاه وأن اتجاه المتجه المحصل يكون باتجاه المتجه الأكبر مقداراً حيث أن:-

$|\vec{A}|=12m$ →

$|\vec{B}|=9m$ →

$|\vec{R}|=3m$ →

$$\vec{A} = 12m\ , \vec{B} = 9m \qquad \vec{R} = \vec{A} + \vec{B} \qquad \vec{R} = 12 + (-9) \Rightarrow \vec{R} = 3m$$

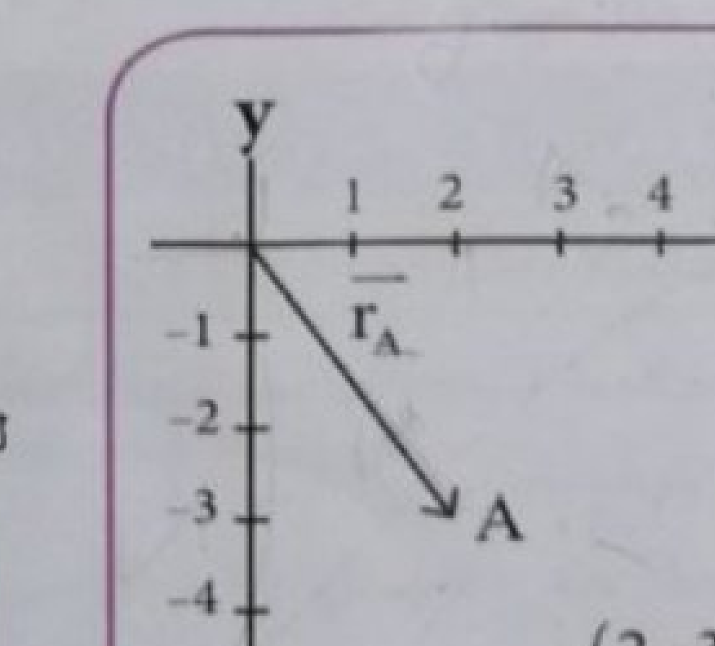
س8 اذا كانت مركبة المتجه $(\vec{A})$ التي تقع باتجاه المتجه $(\vec{B})$ يساوي صفر ماذا يمكنك أن تقول عن المتجهين $(\vec{A})$ و $(\vec{B})$؟

الجواب نقول عن المتجهين $(\vec{A})$ و $(\vec{B})$ متعامدين ولكن $(\vec{A})$ على محور (x) الموجب و $(\vec{B})$ على محور (y) الموجب فأن المركبة العمودية للمتجه $(\vec{A})$ يساوي (صفر) أي أن $A_x = Asin0 = A_x = 0$ وبنفس الوقت هي مع اتجاه $(\vec{B})$

حلول مسائل الفصل الأول

س1 النقطة $(\vec{A})$ تقع في المستوي $(\vec{x},\vec{y})$ احداثياتها $(2,-3)$ أكتب تعبيراً عن موقع المتجه $(\vec{r}_A)$ لهذه النقطة بصيغة اتجاهية وارسم مخططاً يوضح اتجاه هذا المتجه ؟ علماً أن $(tan56.3° = \frac{3}{2})$.

الحل



$$(\vec{x},\vec{y}) = (2,-3) \quad \vec{r_x} = 2 \quad , \quad \vec{r_y} = -3$$

$$\vec{r_A} = \sqrt{(r_x)^2 + (r_y)^2} \Rightarrow \vec{r_A} = \sqrt{(2)^2 + (-3)^2}$$

$$\vec{r_y} = \sqrt{13}m \qquad \text{مقداراً}$$

لحساب اتجاه المتجه المحصل $(\vec{R})$ نطبق الاتي:-

$$tan\emptyset = \frac{\vec{r_y}}{\vec{r_x}} \Rightarrow tan\emptyset = \frac{-3}{2}$$

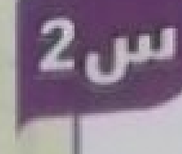
$\emptyset = 56.3° \Rightarrow$ بالاتجاه الجنوب الشرق



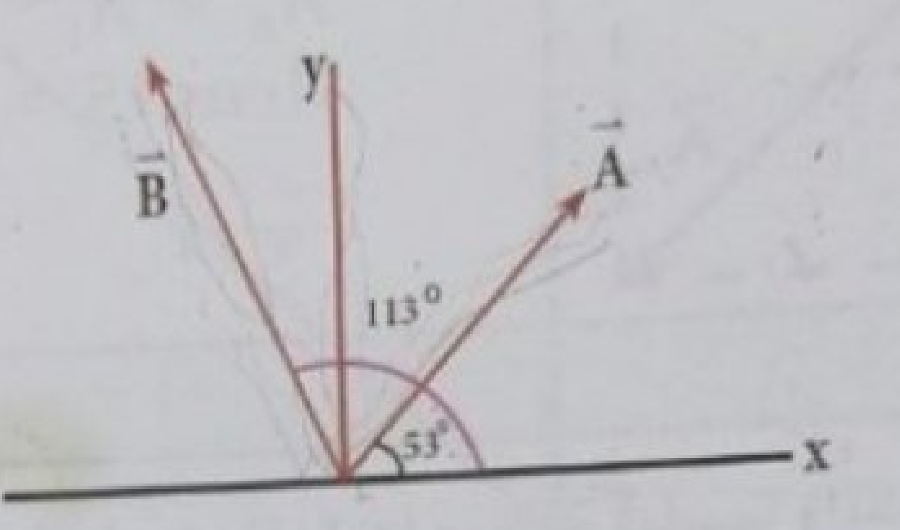




س2 ما مقدار الضرب النقطي للمتجهين $(\vec{A},\vec{B})$ الموضحين في الشكل المجاور اذا كانت :-
$|A| = 4units\ ,|B| = 5\ units$



الحل



$\emptyset = 113 - 53 = 60°$

$\vec{A}.\vec{B} = |\vec{A}||\vec{B}|cos\emptyset = 4 \times 5 \times cos60$

$= 20 \times \frac{1}{2} \Rightarrow \vec{A}.\vec{B} = 10\ units$

س3 اذا كان مقدار المتجه $(\vec{A})$ يساوي $(6\ units)$ وبالاتجاه الموجب لمحور (x) ومقدار المتجه $(\vec{B})$ يساوي $(4\ units)$ باتجاه $(30°)$ مع المحور (x) ويقع في المستوي (x,y) أحسب مقدار حاصل الضرب الأتجاهي للمتجهين $(\vec{A},\vec{B})$.

4 وحدات، $\vec{B}$، 30، 6 وحدات، $\vec{A}$

الحل

$\vec{A} \times \vec{B} = |\vec{A}| \times |\vec{B}| \sin\theta = 6 \times 4 \times \sin 30 = 24 \times \frac{1}{2} \Rightarrow \vec{A} \times \vec{B} = 12\ units$

س4 جد مركبتي القوة $(25\ N)$ والتي تميل بزاوية $(127°)$ عن المحور (x) علماً أن:-
$\cos 37° = 0.8 \quad , \quad \sin 37° = 0.6$

الحل

من خلال الزاوية المعطاة في السؤال ومن خلال الشكل يتضح لدينا أن النقطة في الربع الثاني ولكن قبل ذلك نحول الزاوية المعطاة في السؤال إلى زاوية خاصة وبذلك فأن:

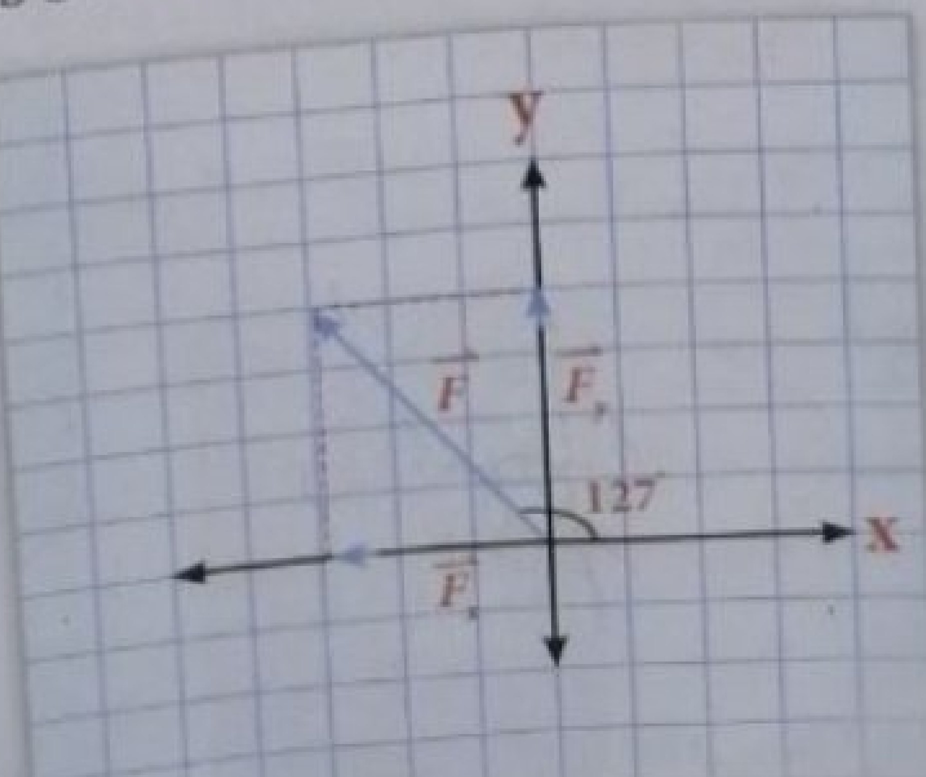
$\theta = 127 - 90 = 37°$

1. نحسب المركبة الأفقية وكالاتي:

$\vec{F_x} = F\ \sin\theta = 25 \times sin\,37 = 25 \times 0.6$
$\vec{F_x} = 15\ N$

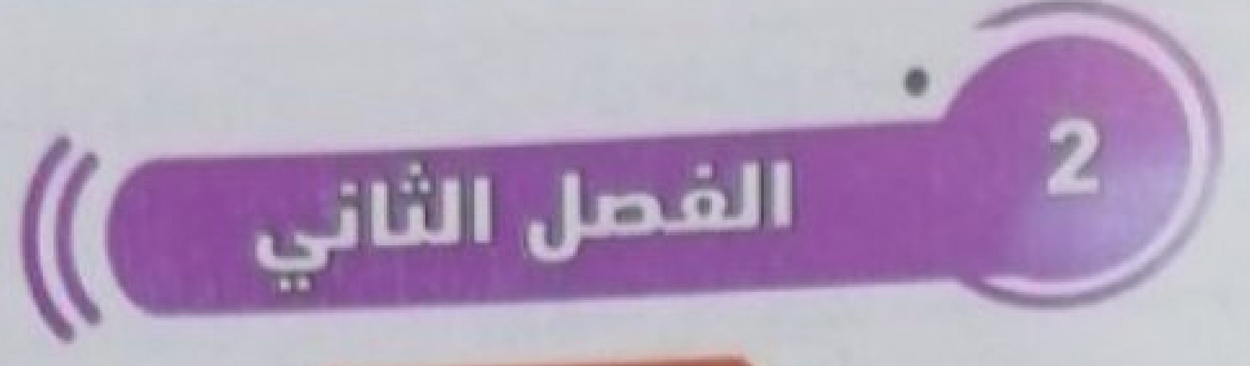
2. نحسب المركبة الشاقولية وكالاتي:

$\vec{F_y} = F\ \cos\theta = 25 \times \cos 37 = 25 \times 0.8$
$\vec{F_y} = 20\ N$







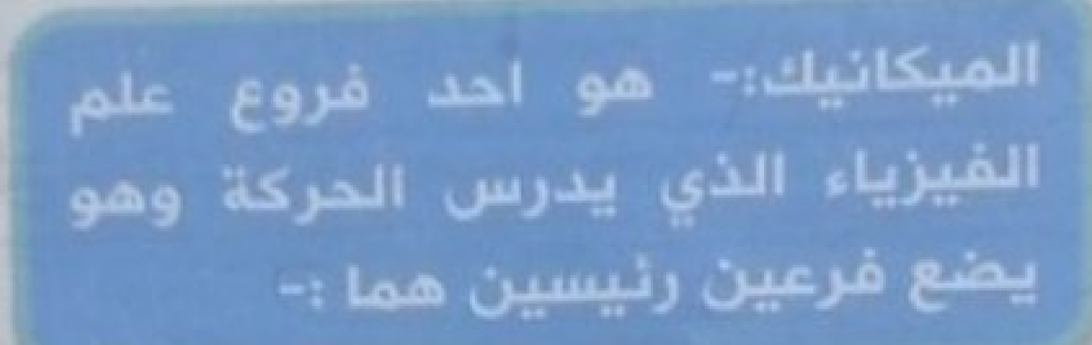


الفصل الثاني 2

الحركة

(1-2) وصف الحركة





الميكانيك:- هو احد فروع علم الفيزياء الذي يدرس الحركة وهو يضع فرعين رئيسين هما -:

الكاينماتك : هو علم يصف حركة الاجسام من غير النظر الى مسبباتها.

الداينميك : هو علم يهتم بدراسة مسببات الحركة مثل القوة والطاقة.

سندرس في هذا الفصل انماط اساسية من الحركة مثل (الموقع - الازاحة - السرعة - التعجيل) وحركتها ببعد واحد ومن ثم نتطرق الى حركتها ببعدين مع ذكر بعض التطبيقات.

س ما المقصود بالحركة؟

الجواب هي تغير مستمر في موقع الجسم بالنسبة الى نقطة ثابتة تسمى نقطة الاسناد (اطر الاسناد).

(2-2) أطر الاسناد

س ما المقصود بأطر الاسناد؟

الجواب ان اي جسم على الارض ممكن ان يكون نقطة اسناد مثل الاشجار المنازل ولا يمكن ان تتخذ الاجسام المتحركة بسرعة غيرثابتة نقطة اسناد مثل السحب او طائرة متحركة .

❖ وتكون الحركة على عدة اشكال مثل الحركة الانتقالية وتقسم الى حركة خطية مثل حركة السيارة وحركة دائرية مثل حركة دوران الارض حول الشمس وحركة دورانية مثل حركة دوران الارض حول محورها وحركة اهتزازية مثل حركة البندول .

(3-2) الموقع والازاحة والمسافة

س ما المقصود بالموقع؟ ذاكراً علية مثال؟

الجواب هو كمية متجهة لها مقدار واتجاه معين نسبة الى نقطة الاصل على احد المحاور (x,y,z)

مثال على الموقع -:

عداء موقعه عند الاحداثي (X) الموجب $(\overline{X_i} = +5m)$ تحرك شرقاً فكان موقعه النهائي $(\overline{X_f} = +12m)$ وان التغير بالموقع هذا يسمى اذ ازاحة العداء هنا هو الفرق بين موقعه النهائي وموقعه الابتدائي وكالاتي -:

$$\overline{\Delta X} = \overline{X_f} - \overline{X_i} = 12 - 5 \Rightarrow \overline{\Delta X} = 7m$$







واذا تحرك العداء من الموقع الابتدائي $(\overrightarrow{X_i} = +5m)$ الى الموقع النهائي $(\overrightarrow{X_f} = +1m)$ بالاتجاه المعاكس فان الازاحة تكون :-

$$\overrightarrow{\Delta X} = \overrightarrow{X_f} - \overrightarrow{X_i} = 1 - 5 \Rightarrow \overrightarrow{\Delta X} = -4m$$

والاشارة السالبة تعني ان الحركة على محور (X) السالب أي باتجاه اليسار.

س/ ما المقصود بالإزاحة؟ ذاكراً عليها مثال؟

الجواب أن أي كمية متجهة اذا تحركت من موقعها الابتدائي الى موقعها النهائي ثم عادات الى الموقع الابتدائي فأن محصلة التغير بالموقع يساوي صفر وهذا ما يسمى ب الازاحة.

مثال على الازاحة :-

عندما يتحرك عداء من الموقع $(\overrightarrow{X_i} = 5m)$ الى الموقع $(\overrightarrow{X_f} = 5m)$ فأن الازاحة ستكون مساوية للصفر وكالاتي:-

$$\overrightarrow{\Delta X} = (X_f - X_i) + (X_f - X_i)$$
$$\overrightarrow{\Delta X} = (20 - 5) + (5 - 20)$$
$$\overrightarrow{\Delta X} = 15 + (-15)$$
$$\overrightarrow{\Delta X} = 15 - 15$$
$$\overrightarrow{\Delta X} = 0m$$

$X_i = 5m$ → $X_f = 20m$

$X_f = 5m$ ← $X_i = 20m$

س/ ما المقصود بالمسافة؟ و ذاكراً مثال على ذلك؟

الجواب هي كمية قياسية (مقدارية) وتجمع جمعاً جبرياً ولا تؤخذ الاشارة (الاتجاه) بنظر الاعتبار وتوضع داخل مطلق.

مثال على المسافة:-

تحرك عداء من الموقع $(\overrightarrow{X_i} = 5m)$ الى الموقع $(\overrightarrow{X_f} = 20m)$ ثم عاد الى نفس الموقع $(\overrightarrow{X_i} = 5m)$ فأن المسافة ستكون مساوية لل (30 m) وكالاتي:-

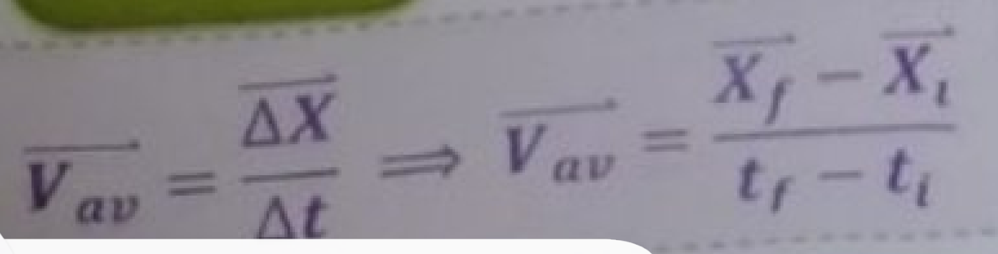
$$\overrightarrow{\Delta X} = |X_f - X_i| + |X_f - X_i|$$
$$\overrightarrow{\Delta X} = |(20 - 5)| + |(5 - 20)|$$
$$\overrightarrow{\Delta X} = |15| + |-15|$$
$$\overrightarrow{\Delta X} = 15 + 15$$
$$\overrightarrow{\Delta X} = 30\ m$$

$X_i = 5m$ → $X_f = 20m$

$X_f = 5m$ ← $X_i = 20m$



(2-4) السرعة المتوسطة



س/ ما المقصود بالسرعة المتوسطة؟

الجواب هو النسبة بين تغير الازاحة الى تغير الزمن و تحسب من خلال المعادلة الاتية :-

$$\overrightarrow{V_{av}} = \frac{\overrightarrow{\Delta X}}{\Delta t} \Rightarrow \overrightarrow{V_{av}} = \frac{\overrightarrow{X_f} - \overrightarrow{X_i}}{t_f - t_i}$$

حيث ان :-

(V_{avg}) السرعة المتوسطة وتقاس بوحدة (m/s)

(X_f, X_i) الازاحة الابتدائية والنهائية وتقاس بوحدة (m)

(t_f, t_i) الزمن الابتدائي والزمن النهائي ويقاس بوحدة (s)

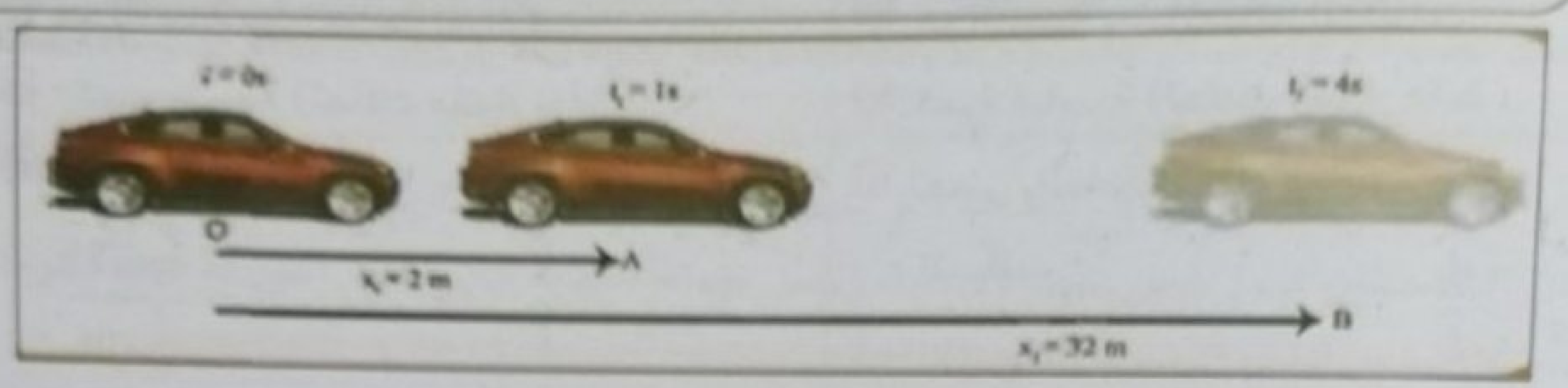






مثال توضيحي

تحركت سيارة من نقطة الاصل (0,0) من السكون (t=0s) وبالاتجاه الموجب لمحور السينات (X) و وصلت الى النقطة (A) وتبعد (2m) عن النقطة (0,0) خلال زمن (t=1s) وبعد فترة زمنية $t_f = 4\,s$ وصلت النقطة (B) والتي تبعد (32m) من نقطة الاصل . أحسب مقدار السرعة المتوسطة؟





الحل

المعطيات $(X_i = 2m\,, t_i = 1\,s\,, X_f = 32\,m\,\,, t_f = 4\,s)$

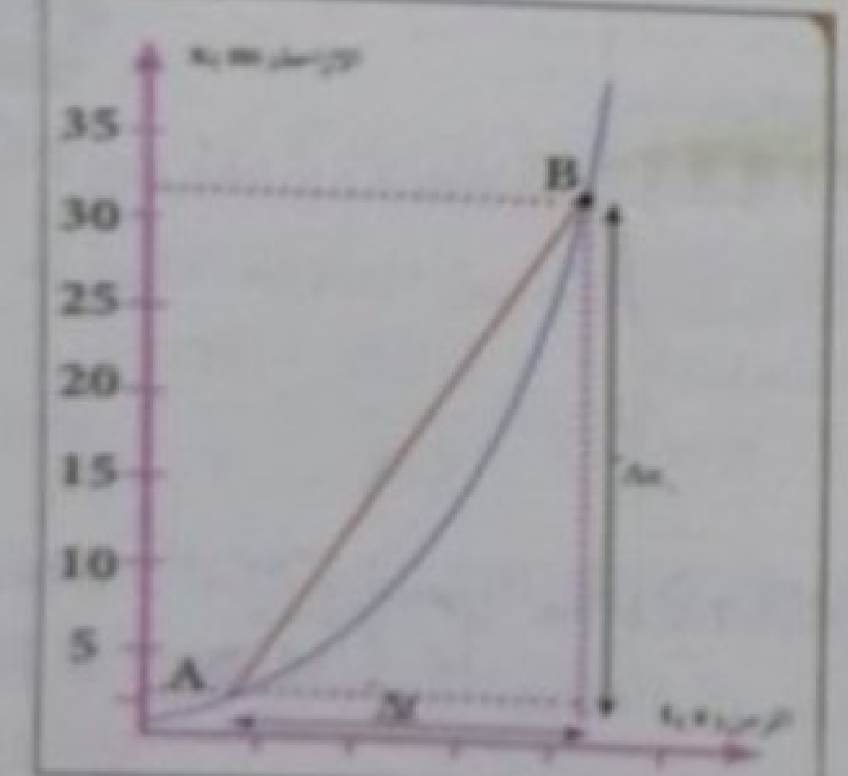
$$\overrightarrow{V_{avg}} = \frac{\overrightarrow{\Delta X}}{\Delta t} \Rightarrow \overrightarrow{V_{avg}} = \frac{X_f - X_i}{t_f - t_i} \Rightarrow \overrightarrow{V_{avg}} = \frac{32-2}{4-1} \Rightarrow \overrightarrow{V_{avg}} = \frac{30}{3} \Rightarrow \overrightarrow{V_{avg}} = 10\,m/s$$

ملاحظات مهمة جدا في تطبيق المسائل الرياضية

1. أشارة السرعة المتوسطة (السالبة او الموجبة) هي للدالة على اتجاه الحركة (الازاحة) نفسها اذا كانت بالاتجاه السالب (فإن السرعة سالبة) واذا كانت بالاتجاه الموجب (فأن السرعة موجبة) وعندما يطلب في السؤال حساب معدل السرعة نستخدم العلاقة الأتية:-

$$\vec{V} = \frac{\vec{V_i} + \vec{V_f}}{2}$$

2. المخطط البياني (الازاحة - الزمن) الموضح في الشكل يبين كيفية التغير الحاصل في موقع الجسم خلال فترات زمنية مختلفة حيث ان ميل الخط الواصل بين النقطتين (B,A) هو :-



$$\tan\theta = slope = \frac{\overrightarrow{\Delta X}}{\Delta t}$$

$$V_{avg} = slope = \frac{\overrightarrow{\Delta X}}{\Delta t}$$

(2-5) الانطلاق المتوسط

س عرف الانطلاق المتوسط ؟ ذكرا العلاقة الرياضية ؟

الجواب هو النسبة بين المسافة الكلية المقطوعة خلال زمن معين ويعطى بالعلاقة الاتية :-

$$V_{avg} = \frac{d}{t} \Rightarrow \text{الانطلاق} = \frac{\text{المسافة}}{\text{الزمن}}$$







س قارن بين السرعة المتوسطة ؟ والانطلاق المتوسط ؟

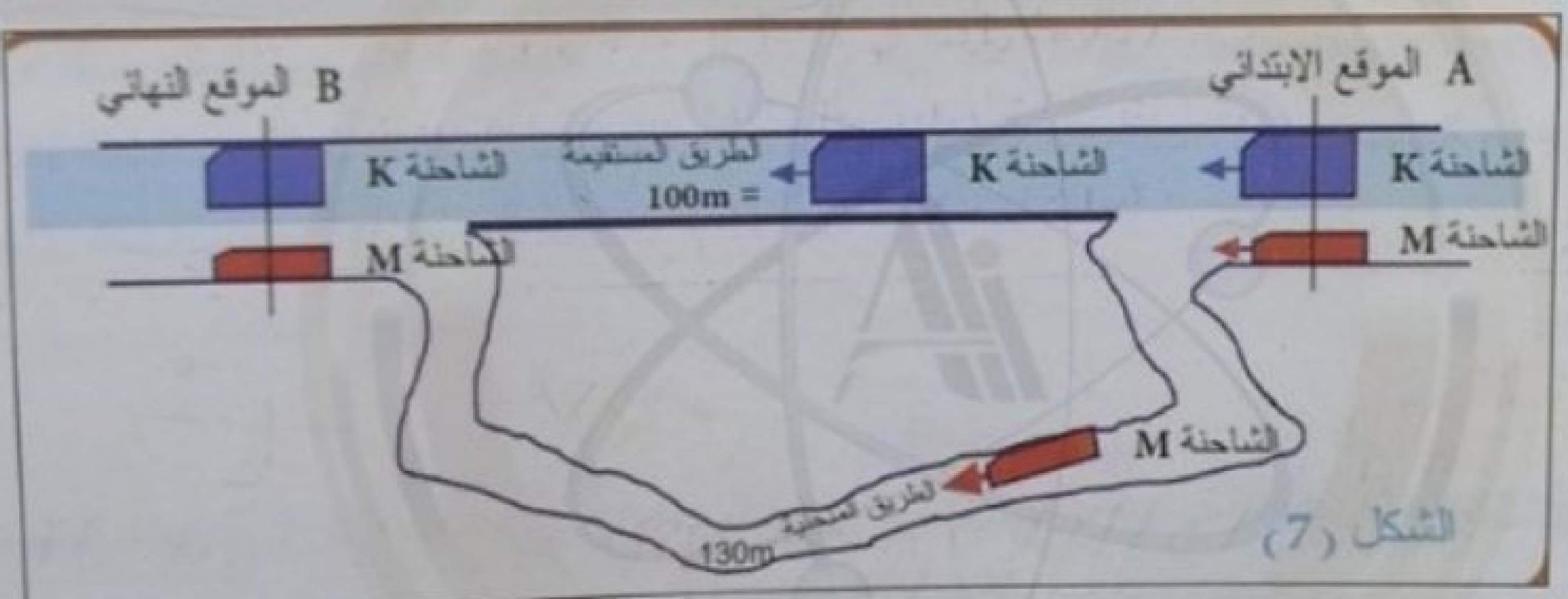
السرعة المتوسطة	الانطلاق المتوسط
❶ هو النسبة بين الازاحة الى الزمن	❶ هو النسبة بين المسافة الى الزمن
❷ كميه متجهة (تمتلك مقدار واتجاه)	❷ كمية قياسية (تمتلك مقدار فقط)
❸ تعطى بالعلاقة الاتية :- $\text{السرعة} = \frac{\text{الازاحة}}{\text{الزمن}} \Rightarrow \overrightarrow{V_{avg}} = \frac{\overrightarrow{X}}{t}$	❸ تعطى بالعلاقة الاتية :- $\text{الانطلاق} = \frac{\text{المسافه}}{\text{الزمن}} \Rightarrow V_{avg} = \frac{d}{t}$

مثال يوضح الفرق بين السرعة و الانطلاق

الشكل يمثل شاحنتين (M,K) ينطلقان من نقطة واحدة وهي النقطة (A) في أن واحد ويسلكان طريقين (مسارين) مختلفين للوصول الى نقطة (B) خلال زمن مقداره (10s) أحسب :-

❶ الانطلاق المتوسط لكل من الشاحنتين (M,K) ❷ السرعة المتوسطة لكل من الشاحنتين (M,K)





الشكل (7)



الحل

❶ لأيجاد مقدار الانطلاق المتوسط الذي تتحرك به كل من الشاحنتين (M,K) نستخدم العلاقة الاتية :-

$$V_{avg} = \frac{d}{t} = \frac{100}{10} \Rightarrow V_{ang} = 10\ m/s \quad (K)\text{الشاحنة}$$

$$V_{avg} = \frac{d}{t} = \frac{130}{10} \Rightarrow V_{ang} = 13\ m/s \quad (M)\text{الشاحنة}$$

❷ لأيجاد مقدار السرعة المتوسطة الذي تتحرك بها كل من الشاحنتين (M,K) نستخدم العلاقة الاتية :-

$$\overrightarrow{V_{avg}} = \frac{\overrightarrow{X}}{t} = \frac{100}{10} \Rightarrow \overrightarrow{V_{avg}} = 10\ m\backslash s \quad (K)\text{الشاحنة}$$

$$\overrightarrow{V_{avg}} = \frac{\overrightarrow{X}}{t} = \frac{100}{10} \Rightarrow \overrightarrow{V_{avg}} = 10\ m\backslash s \quad (M)\text{الشاحنة}$$





الاستنتاجات من المثال السابق

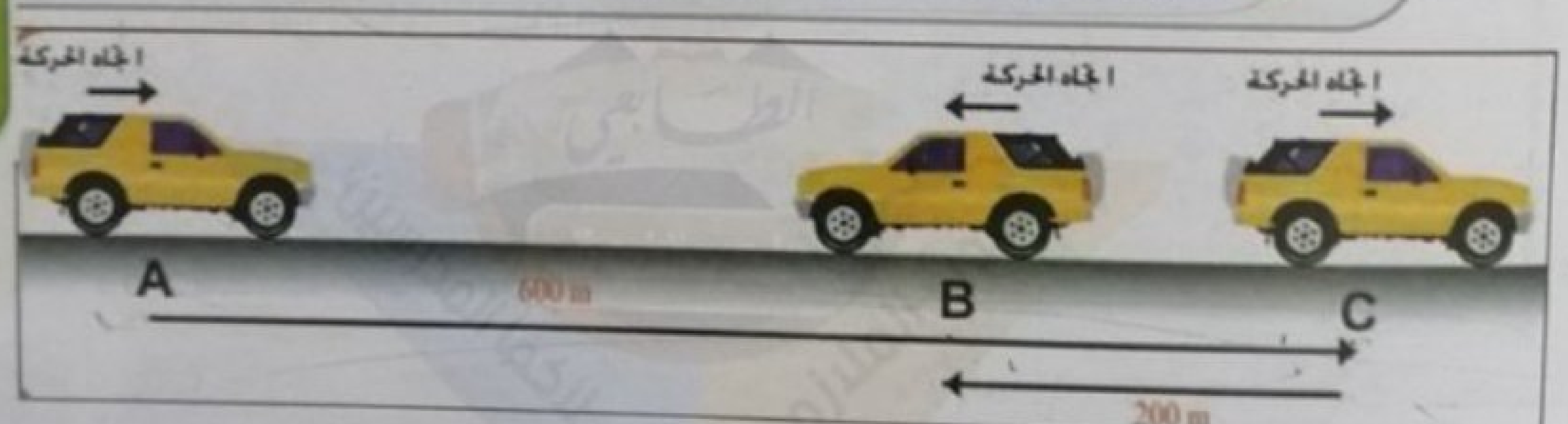
1. بما ان المسافة المقطوعة هي كمية قياسية (كمية عددية او مقدارية) لذا فأن الانطلاق المتوسط هو كمية قياسية ايضاً.
2. اذا انتقل جسم ما على مسار مستقيم فأن مقدار سرعته المتوسطة يساوي انطلاقة المتوسط اي ان الانطلاق يعبر عن المقدار العددي للسرعة.
3. مقدار الانطلاق يختلف باختلاف المسافة التي يقطعها الجسم خلال مسارين مختلفين.
4. بما ان الشاحنتين لهما نفس نقطة البداية ونفس نقطة النهاية فأن مقدار السرعة لهما يكونان متساويين بنفس الفترة الزمنية ونفس الازاحة.

مثال (1) / ص30 (كتاب)

السيارة في الشكل ادناه بدأت بالحركة من السكون عند النقطة (A) وبالاتجاه الموجب للمحور (X) فوصلت للنقطة (C) بعد مضي (80s) ثم استدارت وتحركت باتجاه معاكس حتى توقفت عند للنقطة (B) خلال (20s) احسب :-

1. الانطلاق المتوسط خلال الفترة الاولى (80s)
2. السرعة المتوسطة خلال الفترة الاولى (80s)
3. الانطلاق المتوسط خلال الفترة الكلية (100s)
4. السرعة المتوسطة خلال الفترة الكلية (100s)





شكل (8) ص 34 في الكتاب



1. لحساب مقدار الانطلاق المتوسط خلال الفترة الاولى من (A) الى (C) بتطبيق العلاقة الاتية :-

$$V_{avg} = \frac{d}{t} = \frac{600}{80} \Rightarrow V_{avg} = 7.5\ m\backslash s$$

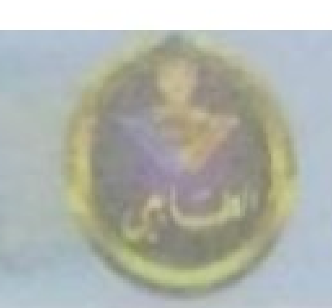
2. السرعة المتوسطة يمكن حسابها خلال الفترة الاولى من النقطة (A) الى النقطة (C) وان المسافة الي قطعتها السيارة تساوي الازاحة المقطوعة لذلك فأن السرعة تساوي الانطلاق لأنها تحركت بالاتجاه الموجب لمحور (X) بتطبيق العلاقة الاتية :-

$$\overline{V_{avg}} = \frac{\overrightarrow{X}}{t} = \frac{600}{80} \Rightarrow V_{avg} = 7.5\ m\backslash s$$

3. لحساب مقدار الانطلاق المتوسط خلال الفترة الكلية وتحركت السيارة من (A) الى (B) نستخدم العلاقة الاتية ويجمع المسافة من (A) الى (C) مع المسافة من (C) الى (B) وكالاتي :-

$$V_{avg} = \frac{\Delta d}{\Delta t} = \frac{600+200}{80+20} \Rightarrow V_{avg} = \frac{800}{100} \Rightarrow V_{avg} = 8\frac{m}{s}$$





④ لحساب مقدار السرعة المتوسطة خلال الفترة الكلية وحركة السيارة من الموقع الابتدائي (A) الى الموقع النهائي (B) فتكون الازاحة هي كالاتي :-

$$\overrightarrow{\Delta X} = \overrightarrow{X_f} - X_i \Rightarrow \overrightarrow{\Delta X} = 600 - 200 \Rightarrow \overrightarrow{\Delta X} = 400\ m$$

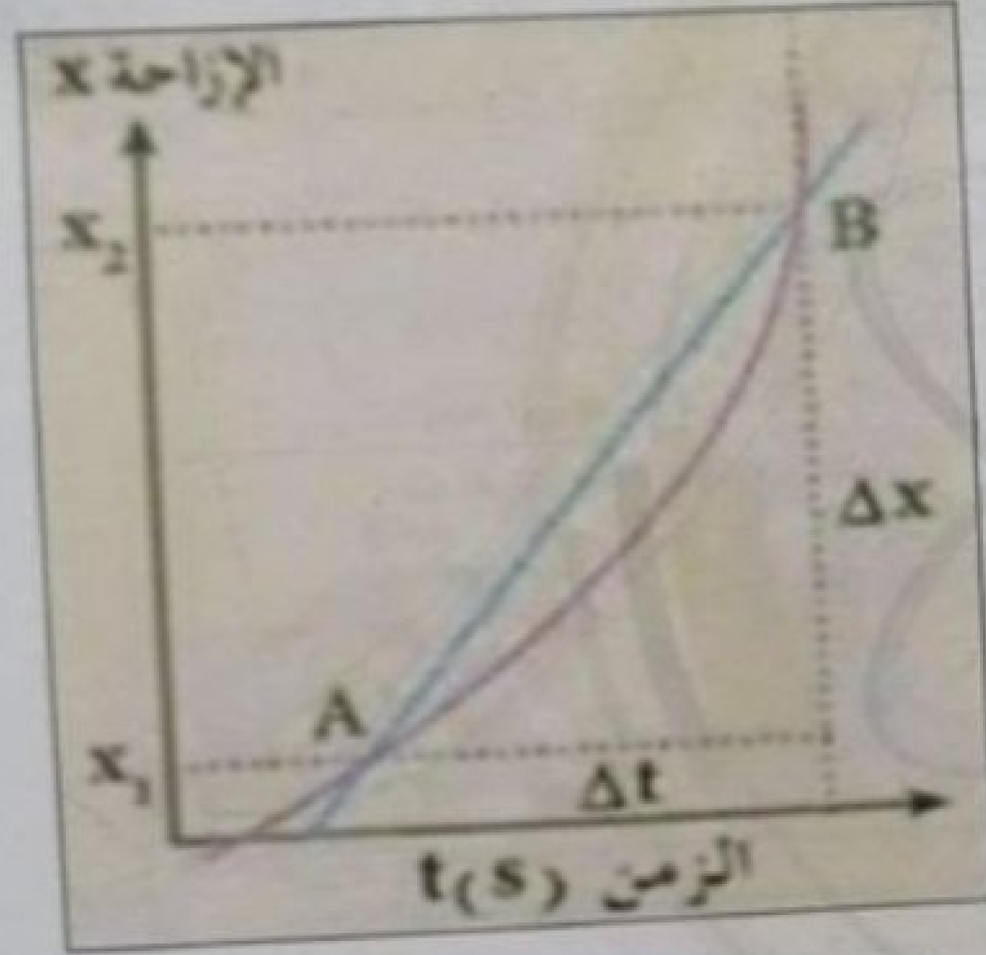
لان السيارة عند وصولها الى النقطة (C) يتغير اتجاه حركتها نحو (B) لذلك تكون الازاحة الاولى موجبة والازاحة الثانية سالبة (عكس الاتجاه) وبذلك فأن مقدار السرعة المتوسطة يمكن حسابها كالاتي :-

$$\overrightarrow{V_{avg}} = \frac{\overrightarrow{\Delta X}}{\Delta t} = \frac{400}{100} \Rightarrow \overrightarrow{V_{avg}} = 4\ m\backslash s$$

(6-2) السرعة الانية والانطلاق الاني

س ما المقصود بالسرعة الانية ؟

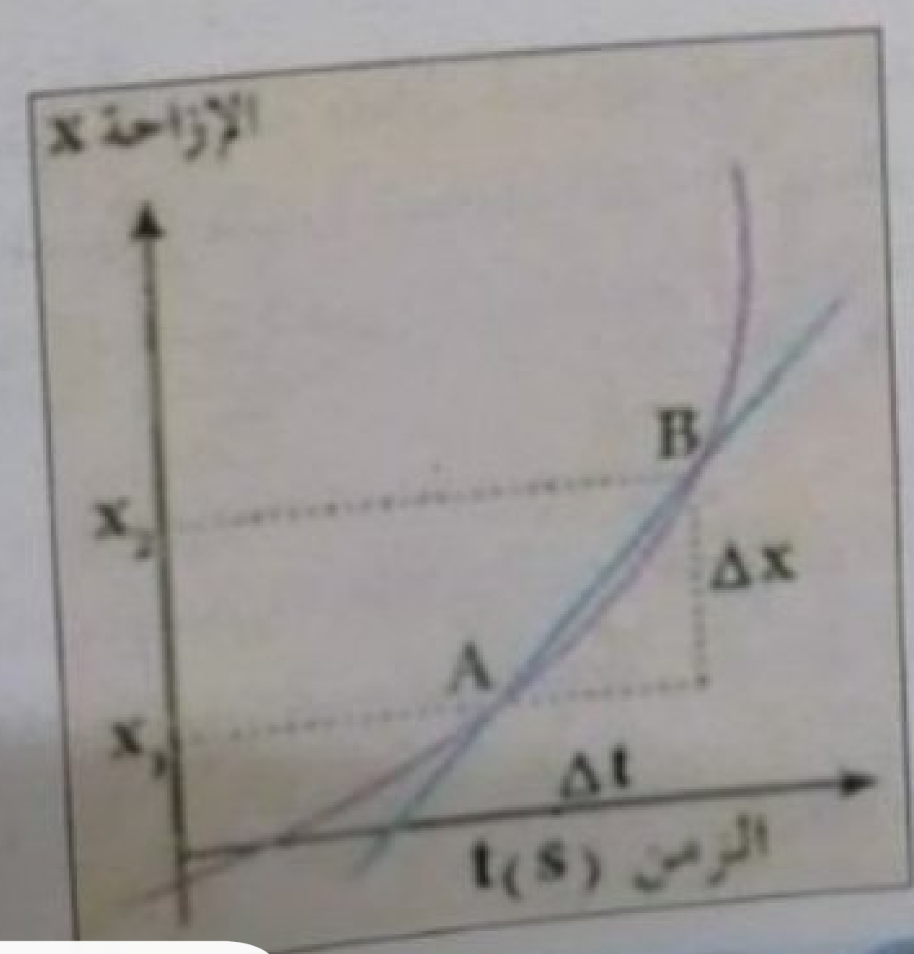
الجواب هي سرعة الجسم في أي لحظة زمنية حسب مخطط (الازاحة - الزمن) الاتي :-

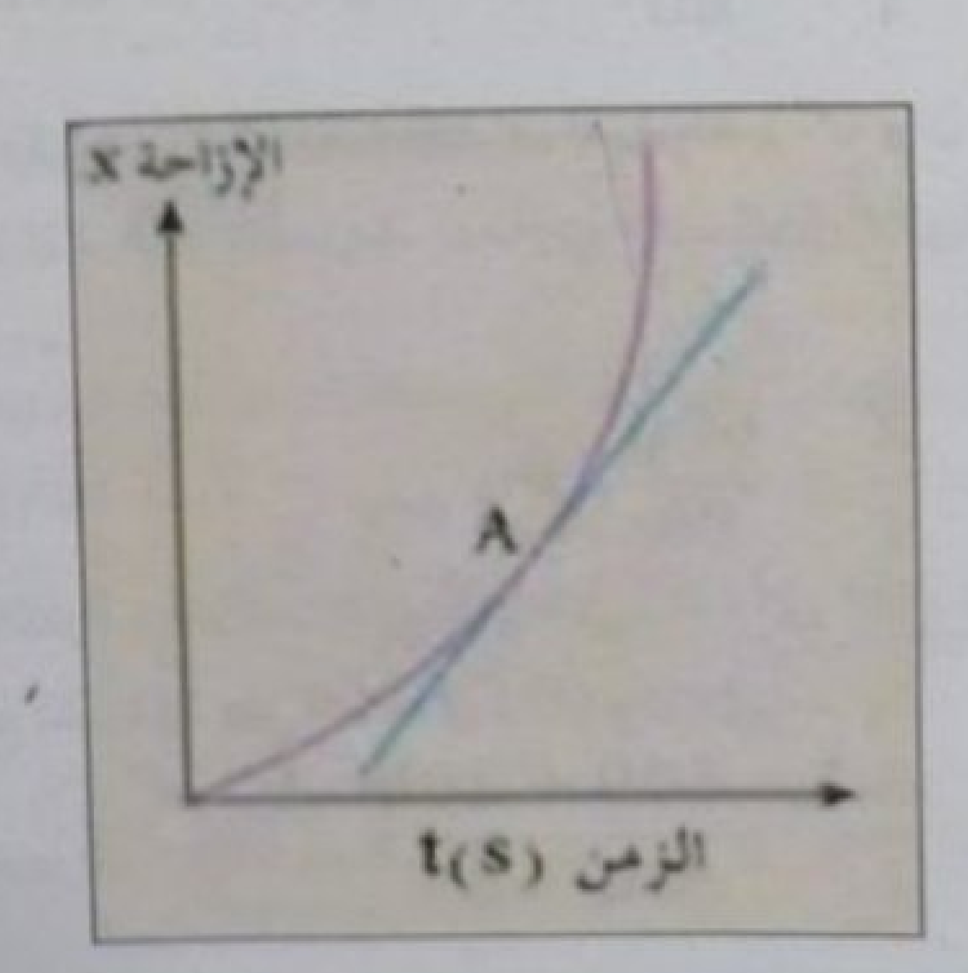


حيث نجد السرعة المتوسطة والتي تساوي الميل (slope)

$$\overrightarrow{V_{avg}} = Slope = \frac{\overrightarrow{\Delta X}}{\Delta t}$$

وعندما تقترب النقطة (A) من النقطة (B) ستكون اصغر وبالتالي قيم السرعة المتوسطة اقل وعندما نقرب (A) من (B) اكثرفأن مقدار ΔX و Δt يقترب من الصفر ويكون الخط المستقيم مماساً للنقطة (A) ميل هذا المستقيم هو مقدار السرعة الانية عند النقطة (A) .

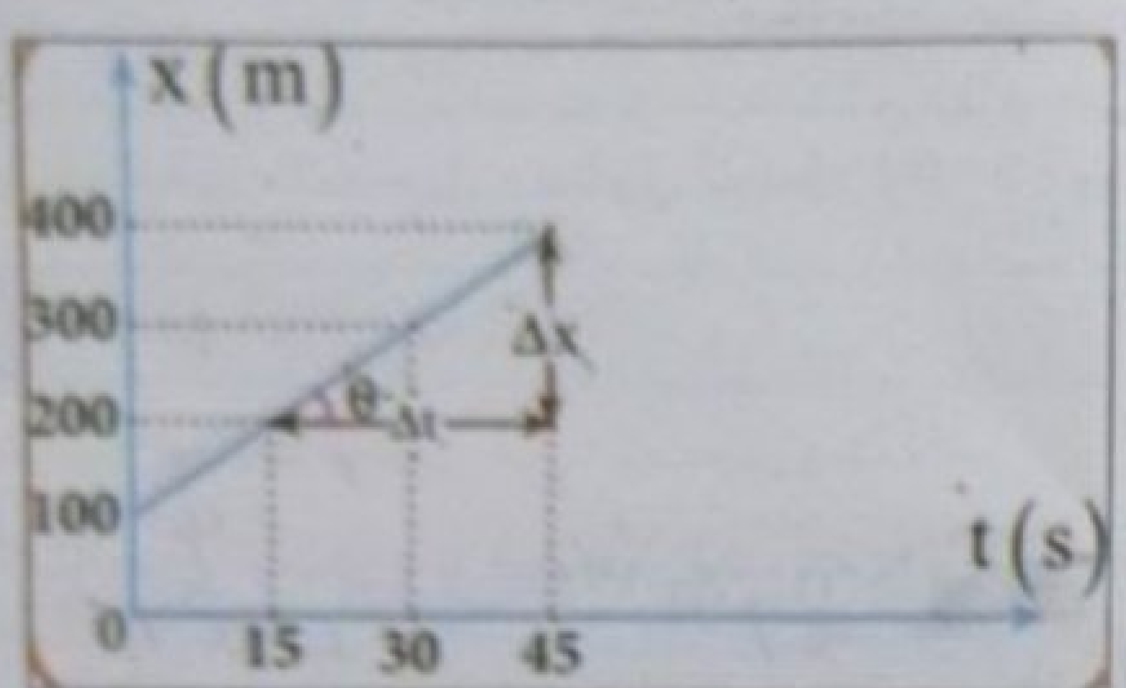


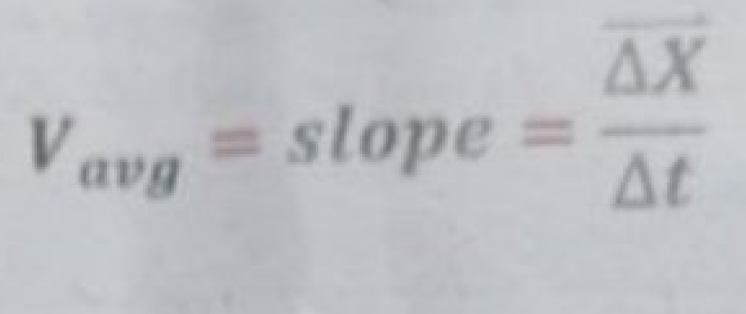


(2-7) الحركة بسرعة ثابتة

س ما المقصود بالحركة بسرعة ثابتة ؟ مع ذكر مثال عليها ؟

الجواب هي حركة الجسم على خط مستقيم ويقطع أزاحات متساوية بأزمان متساوية وعندما نرسم مخطط بياني (الازاحة-الزمن) نحصل على خط بياني وميل هذا المستقيم يمثل السرعة المتوسطة حسب العلاقة :



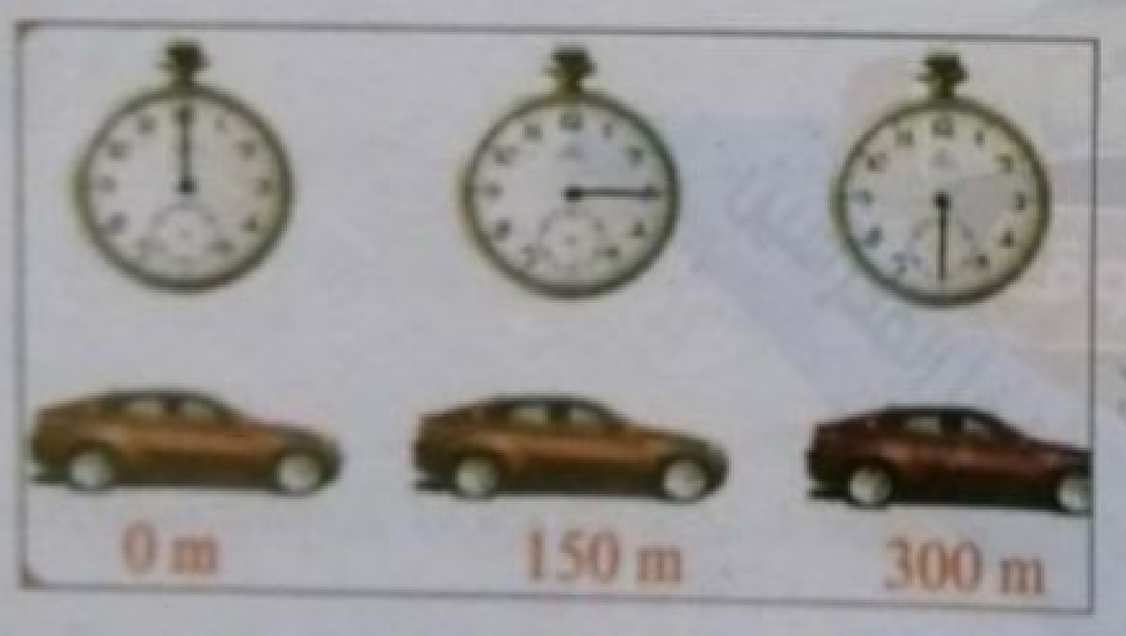


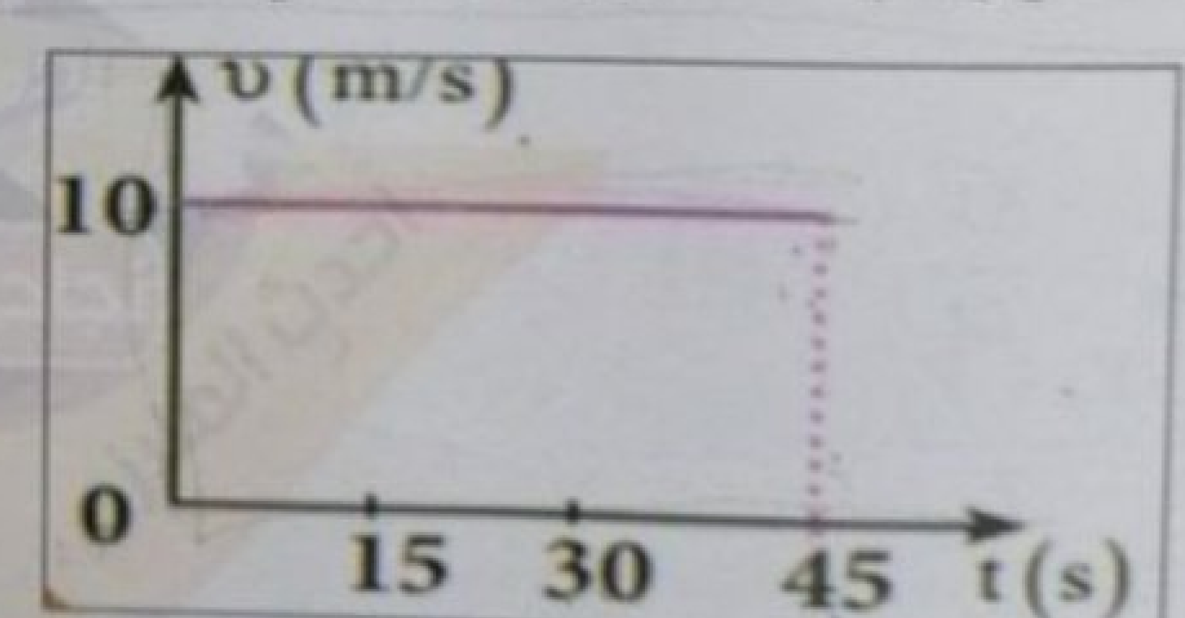
$$V_{avg} = slope = \frac{\overline{\Delta X}}{\Delta t}$$



مثال على الحركة بسرعة ثابتة :

الشكل يوضح ان سيارة تحركت بخط مستقيم فتقطع (150m) خلال زمن (15s) وقطعت ازاحة (300m) خلال (30s) اي انها قطعت أزاحات متساوية خلال ازمان متساوية وفي كلا الحالتين فان السرعة تكون مساوية الى (10m/s) واذا رسمنا مخطط بياني بين (السرعة – الزمن) نحصل على خط مستقيم افقي لان سرعة السيارة ثابتة المقدار والاتجاه كما في الشكل الاتي.





(2-8) التعجيل

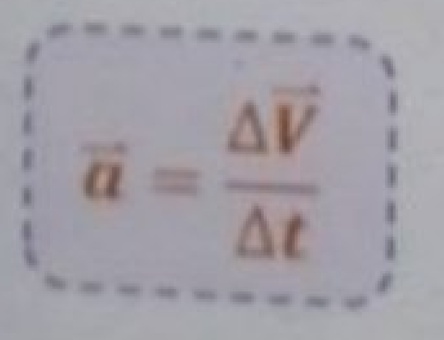
س ما المقصود بالتعجيل؟ وما هي شروطه؟

الجواب هو المعدل الزمني للتغير في مقدار سرعة الجسم ويعطى بالعلاقة الاتية:-

حيث ان:- $(\vec{a})$ تعجيل الجسم $(\frac{m}{s^2})$

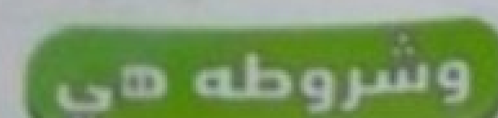
$(\Delta\vec{V})$ التغير بالسرعة (m/s)

(Δt) التغير بالزمن (s)



$$\vec{a} = \frac{\Delta\vec{V}}{\Delta t}$$




وشروطه هي

1. ان يكون الجسم ثابت الاتجاه ولكن مقدار السرعة غير ثابتا.
2. ان يكون مقدار سرعة الجسم ثابتة لكن اتجاه السرعة متغيرا.
3. عندما تكون كل من السرعة والاتجاه متغيران.



ملاحظات مهمة جدا في تطبيق المسائل الرياضية الخاصة بالتعجيل

1. عندما يكون التعجيل تباطؤي فتكون اشارته (سالبة) لأنه في حالة تناقص بالمقدار.
2. عندما يكون التعجيل تسارعي فتكون اشارته (موجبة) لأنه في حالة تزايد بالمقدار.
3. عندما تكون السرعة ثابتة لا تتغير فان التعجيل مقداره يساوي (صفر).

س ما مقدار تعجيل الجسم عندما يكون ثابتا غير متحرك ؟

الجواب يكون التعجيل مساوي للصفر $(a=0)$ وذلك لان السرعة تساوي صفر .

س ما هي انواع التعجيل؟

الجواب هنالك نوعين من التعجيل وهما :-

1. التعجيل الخطي : - هو تغير السرعة بالنسبة للزمن ويرمز له بالرمز $(\vec{a})$.
2. التعجيل المركزي : - عندما تسير مركبة بالاتجاه متغير وانطلاق ثابت فإنها تمتلك تعجيل يسمى تعجيل مركزي (a_c).

(2-9) معادلات الحركة الخطية بتعجيل منتظم

عندما يتحرك جسم معين حركة خطيه وعلى محور (x) فانه يخضع لقوانين الحركة الخطية بتعجيل منتظم وهي اربع معادلات وسيكون اشتقاقها كالاتي :-

س1 اشتق معادلة الازاحة بدلالة كل من السرعة النهائية والسرعة الابتدائية والزمن ؟

الحل

$$\overrightarrow{V_{avg}} = \frac{\overrightarrow{\Delta X}}{\Delta t} \dots\dots (1)$$

$$\vec{V} = \frac{V_i + V_f}{2} \dots\dots (2)$$

وبمساواة معادلة (2) مع معادلة (1) نحصل على :-

$$\frac{\overrightarrow{\Delta X}}{\Delta t} = \frac{V_i + V_f}{2} \Rightarrow$$ نضرب الطرفين ب(Δt)

$$\overrightarrow{\Delta X} = \left(\frac{V_i + V_f}{2}\right) \Delta t \dots\dots (1)$$

س2 اشتق معادلة السرعة النهائية بدلالة كل من السرعة الابتدائية والتعجيل والزمن؟



الحل

$$\vec{a} = \frac{\overrightarrow{\Delta v}}{\Delta t} \Rightarrow \vec{a} = \frac{\overrightarrow{V_f} - \overrightarrow{v_i}}{\Delta t}$$

$$a\,\Delta t = V_f - V_i$$

$$V_f = V_i + a\Delta t \dots\dots (2)$$









س3 أشتق معادلة الازاحة بدلالة كل من السرعة الابتدائية والتعجيل والزمن ؟

الحل من خلال المعادلة الاولى (معادلة الازاحة بدلالة كل من السرعة النهائية والابتدائية والزمن) الاتية:-

$$\Delta X = \left(\frac{V_i + V_f}{2}\right)\Delta t \dots\dots(1)$$

ومن خلال المعادلة الثانية (السرعة النهائية بدلالة كل من السرعة الابتدائية بدلالة التعجيل والازاحة) الاتية:-

$$V_f = V_i + a\Delta t \dots\dots(2)$$

نعوض معادلة (2) في معادلة (1) نحصل على

$$\Delta X = \left(\frac{V_i + V_i + a\,\Delta t}{2}\right)\Delta t \Rightarrow \Delta X = \left(\frac{2V_i + a\Delta t}{2}\right)\Delta t$$

$$\Delta X = v_i\Delta t + \frac{1}{2}a(\Delta t)^2 \dots\dots(3)$$

س4 اشتق معادلة السرعة النهائية بدلالة التعجيل والازاحة والسرعة الابتدائية ؟

الحل من المعادلة الاولى (معادلة الازاحة بدلالة السرعة النهائية والابتدائية والزمن) الاتية:-

$$\Delta X = \frac{V_i + V_f}{2}\Delta t \quad \Rightarrow \quad \times 2$$

$$2\Delta X = (V_i + V_f)\Delta t \quad \Rightarrow \quad \div (V_i + V_f)$$

$$\frac{2\,\Delta X}{(V_i + V_f)} = \Delta t \dots\dots(1)$$

من المعادلة الثانية (معادلة السرعة النهائية بدلالة كل من السرعة الابتدائية والتعجيل والزمن) الاتية:-

$$V_f = V_i + a\Delta t \dots\dots(2)$$

نعوض معادلة (1) في معادلة (2) نحصل على :

$$V_f = V_i + a\left(\frac{2\,\Delta X}{V_i + V_f}\right)$$

$$V_f - V_i = \left(\frac{2\,a\Delta X}{V_i + V_f}\right)$$

$$(V_f - V_i)(V_f - V_i) = 2\,a\Delta X$$

$$V_f^2 - V_i^2 = 2\,a\Delta X$$

$$V_f^2 = V_i^2 + 2\,a\,\Delta X \dots\dots(4)$$



رموز جميع المعادلات هو كالاتي (حفظ)

- (X_f) الازاحة النهائية وتقاس بوحدة (m)
- (X_i) الازاحة الابتدائية تقاس بوحدة (m)
- (ΔX) التغير بالازاحة او الازاحة بصوره عامة وتقاس بوحدة (m)
- (V_f) السرعة النهائية وتقاس بوحدة (m/s)
- (V_i) السرعة الابتدائية وتقاس بوحدة (m/s)
- (a) التعجيل الخطي وتقاس بوحدة $(\frac{m}{s^2})$
- (Δt) الزمن ويقاس بوحدة ال (s)



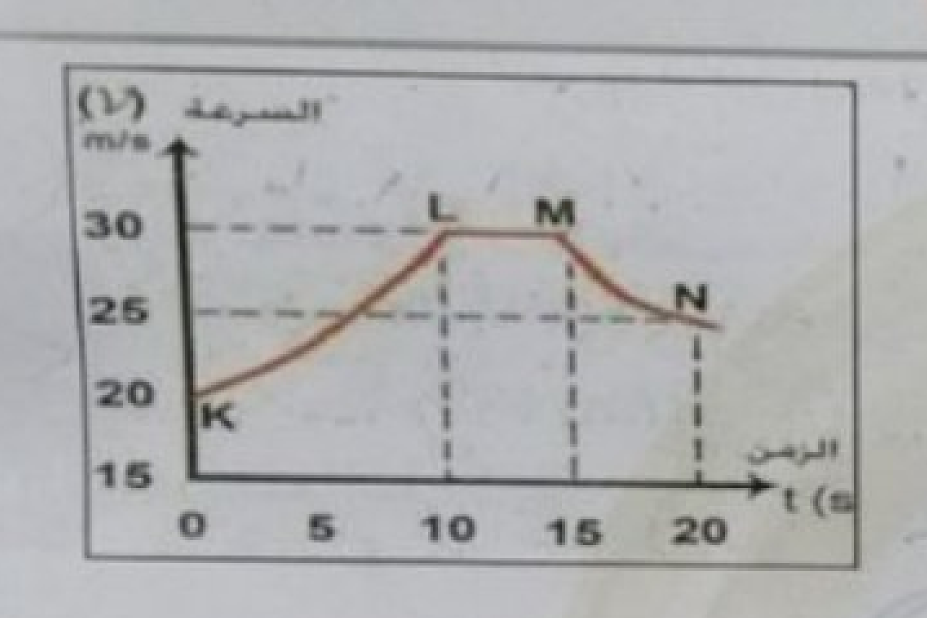
مثال (2) س32 (كتاب)

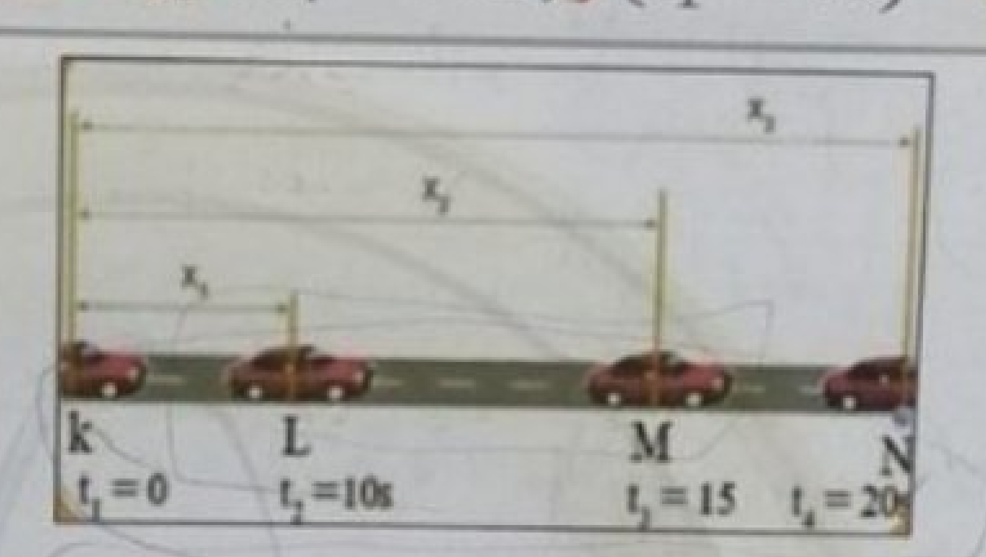
احسب مقدار التعجيل بين نقطتين والمثبتة على الرسم للسيارة في الشكل علماً ان:-

$V_K = 20\ m\backslash s$
$V_N = 25\ m\backslash s$
$V_m = 30\ m\backslash s$
$V_L = 30\ m\backslash s$

خلال الفترات الزمنية الاتية :

1. $(t_1 = 0s)$ و $(t_2 = 10s)$ بين النقطتين (K,L)
2. $(t_2 = 10s)$ و $(t_3 = 15s)$ بين النقطتين (L,M)
3. $(t_3 = 15s)$ و $(t_4 = 20s)$ بين النقطتين (M,N)
4. $(t_1 = 0s)$ و $(t_4 = 20s)$ بين النقطتين (K,N)





الحل

1. نحسب التعجيل بين النقطتين (K,L) وكالاتي :

$$\overrightarrow{a_{(KL)}} = \frac{\Delta\vec{V}}{\Delta t} = \frac{\overrightarrow{V_L} - \overrightarrow{V_K}}{t_L - t_k} = \frac{30-20}{10-0} \Rightarrow \overrightarrow{a_{(KL)}} = 1\ m/s^2$$ ⇐ التعجيل موجب فانة تسارعي

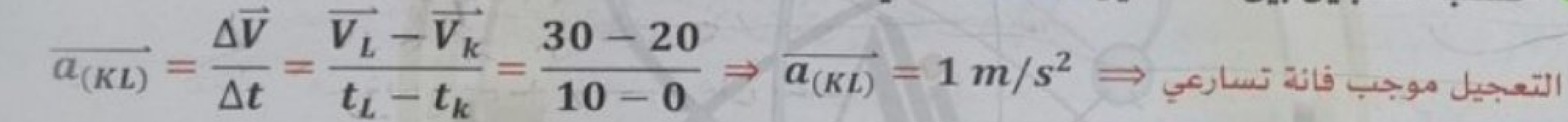
2. نحسب التعجيل بين النقطتين (L,M) وكالاتي :-

$$\overrightarrow{a_{(LM)}} = \frac{\Delta\vec{V}}{\Delta t} = \frac{\overrightarrow{V_m} - \overrightarrow{V_l}}{t_m - t_l} = \frac{30-30}{15-10} \Rightarrow \overrightarrow{a_{(LM)}} = 0\ m/s^2$$ ⇐ يعني ان السرعة ثابتة

3. نحسب التعجيل بين النقطتين (M,N) وكالاتي :-

$$\overrightarrow{a_{(MN)}} = \frac{\Delta\vec{V}}{\Delta t} = \frac{\overrightarrow{V_N} - \overrightarrow{V_M}}{t_N - t_M} = \frac{25-30}{20-15} \Rightarrow \overrightarrow{a_{(MN)}} = -1\ m/s^2$$ ⇐ التعجيل سالب فانة تباطؤي

4. نحسب التعجيل بين النقطتين (K,N) وكالاتي :-



$$\overrightarrow{a_{(KN)}} = \frac{\Delta\vec{V}}{\Delta t} = \frac{\overrightarrow{V_K} - \overrightarrow{V_N}}{t_K - t_N} = \frac{25-20}{20-0} \Rightarrow \overrightarrow{a_{(KN)}} = 0.25\ m\backslash s^2$$ ⇐ التعجيل موجب فانة تسارعي

(2-10) تعجيل الجاذبية



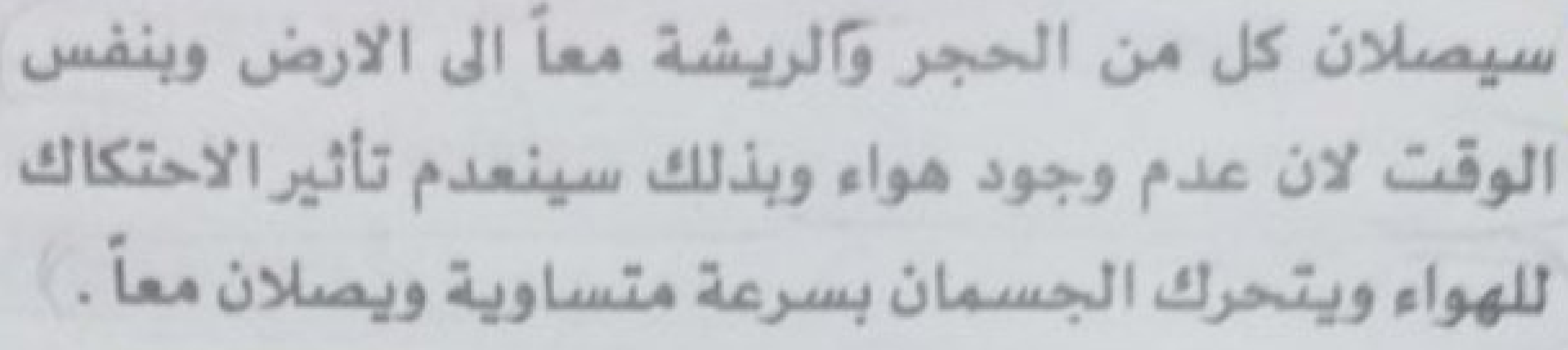
س ما المقصود بتعجيل الجاذبية ؟

الجواب هو التعجيل الناتج عن قوة جذب الارض للأجسام الساقطة باتجاهها ومقداره يساوي $(9.8\ m/s^2)$ ويرمز له بالرمز (g).

س اي الكرتين تسقط في الهواء اسرع الكرة الثقيلة ام الكرة الخفيفة او التفاحة ام الريشة ؟

الجواب الجسم ذو الوزن الاكبر يسقط اسرع متأثراً بتعجيل الجاذبية اي ان الكرة الثقيلة تسقط اسرع من الكرة الخفيفة والتفاحة تسقط اسرع من الريشة بسبب التأثير الكبير لاحتكاك الهواء ودفعة للريشة اثناء سقوطها فأن التفاحة تصل الى الارض اسرع من الريشة ونفس الامر ينطبق على الكرة الثقيلة والكرة الخفيفة (حسب التجارب التي قام بها العالم غاليلو).





س لو اجريت تجربة في غرفة مفرغة من الهواء ورميت حجر وريشة من اعلى منضدة اي جسم سيصل الى الارض اولاً؟



الجواب سيصلان كل من الحجر والريشة معاً الى الارض وبنفس الوقت لان عدم وجود هواء وبذلك سينعدم تأثير الاحتكاك للهواء ويتحرك الجسمان بسرعة متساوية ويصلان معاً .



السقوط الحر

س وضح مفهوم السقوط الحر؟



الجواب ان الاجسام القريبة من سطح الارض جميعها وبغياب تأثير الهواء في تلك الاجسام فأنها تسقط بتعجيل نفسة هو تعجيل الجاذبية الارضية $(g=-9.8\ m\backslash S^2)$ وتقريباً يساوي $(g=-10m\backslash S^2)$ والاشارة السالبة تعني ان اتجاه الحركة نحو الاسفل.

(2-11) معادلات الحركة في السقوط الحر

درست سابقاً معادلات الحركة الخطية على المحور (x) بتأثير تعجيل الجسم (a) وهي نفسها معادلات الحركة في السقوط الحر ولكن بتاثير تعجيل الارضي الذي مقدارة يساوي $(g=-9.8\ m\backslash S^2)$ والذي عادة ما يتم تقريبه الى $(g=10\ m/s^2)$ وعلى المحور (y) وبذلك ستكون المعادلات كالاتي :-

$$V_f = V_i + g\Delta t \ ......(1)$$

$$V_f = V_i^2 + 2g\ \Delta t \ ......(2)$$

$$\Delta y=\left(\frac{V_i+V_f}{2}\right)\Delta t......(3)$$

$$\Delta y=V_i\Delta t+\frac{1}{2}g(\Delta t)^2......(4)$$

حيث ان:-

(V_f) السرعة النهائية وتقاس بوحدة الـ(m/s)

(V_i) السرعة الابتدائية وتقاس بوحدة الـ(m/s)

(g) تعجيل الجاذبية الارضية $(g=-9.8\ m/S^2)$ او $(g=-10\ m/S^2)(\Delta t)$

الزمن (S)

(Δy) الارتفاع (الازاحة الشاقولية) وتقاس بوحدة الـ(m)

ملاحظات مهمة جداً في حلول مسائل السقوط الحر

1. كل الاجسام الساقطة سقوطاً فان سرعتها الابتدائية تكون $(V_i = 0)$ و لأنها تبدأ من السكون.
2. حركة اي جسم بصورة شاقولية على محور (y) تتأثر بتعجيل ارضي مقدارة $(g=-9.8\ m/S^2)$ او $(g=-10\ m/S^2)$.
3. عند قذف كرة شاقولياً نحو الاعلى فان سرعتها النهائية تكون $(V_f = 0)$ لحظة وصولها الى اعلى نقطة من مسارها.
4. دائما يكون زمن الصعود مساوي لزمن النزول عند نفس النقطة.
5. تكون المتجهات كالسرعة والازاحة المبتعدة عن الارض شاقولياً (موجبة) ونفسها تكون (سالبة) عندما تقترب من الارض شاقولياً.







اسئلة فكر ص(37) في الكتاب

س1 عند قذف كرة شاقولياً نحو الاعلى فأن سرعتها تساوي صفر لحظة وصولها الى اعلى نقطة من مسارها فهل يعني بالضرورة ان تعجيلها يساوي صفر؟

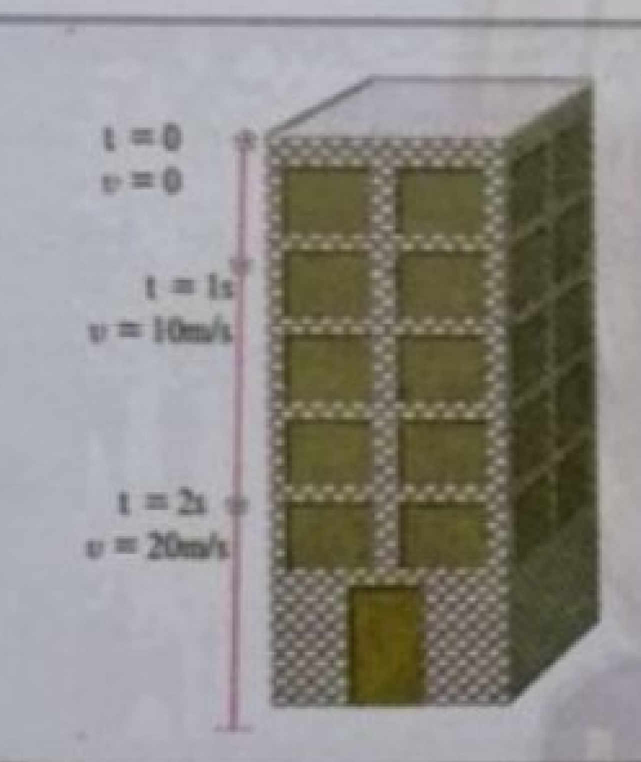
الجواب لا يعني تعجيلها يساوي صفراً.... وذلك لان تعجيلها هو تعجيل الجاذبية الارضية الذي يساوي $(g=-9.8\ m/s^2)$ ويكون بإشارة سالبة دائماً لأنه يتجه نحو الاسفل وتسمى الحركة (السقوط الحر).

س2 سيارة تتحرك بخط مستقيم باتجاه $(-X)$ و بتعجيل موجب باتجاه $(+X)$ هل يعني ان حركة السيارة تسارع ام بتباطؤ؟

الجواب تكون حركة السيارة بتسارع لان تسير بتعجيل موجب (يكون التعجيل موجباً عند التسارع)

معادلات الحركة الخطية	معادلات السقوط الحر
$V_f = V_i + a\Delta t \dots\dots(1)$	$V_f = V_i + g\Delta t \dots\dots(1)$
$V_f^2 = V_i^2 + 2\,a\,\Delta X \dots\dots(2)$	$V_f^2 = V_i^2 + 2g\,\Delta t \dots\dots(2)$
$\Delta X = \left(\frac{V_i + V_f}{2}\right)\Delta t \dots\dots(3)$	$\Delta y = \left(\frac{V_i + V_f}{2}\right)\Delta t \dots\dots(3)$
$\Delta X = v_i\Delta t + \frac{1}{2}a(\Delta t)^2 \dots\dots(4)$	$\Delta y = V_i\Delta t + \frac{1}{2}g(\Delta t)^2 \dots\dots(4)$

مثال (3)/ ص38 (كتاب) من سطح بناية سقطت كرة سقوطاً حراً كما موضح في الشكل فوصلت سطح الارض بعد فترة زمنية (3s) . احسب مقدار:-



1. ارتفاع سطح البناية.
2. سرعة الكرة لحظة اصطدامها بسطح الارض وباي اتجاه؟
3. سرعة وارتفاع الكرة فوق سطح الارض بعد مرور (1s) من سقوطها .

افرض ان مقدار التعجيل الارضي $(g=-10\ m/s^2)$

الحل

1. لحساب مقدار ارتفاع سطح البناية الذي يمثل ارتفاع الكرة عن سطح الارض والذي يمثل (y) حيث عند سقوط الكرة من اعلى البناية فان مقدار سرعة الكرة الابتدائية تساوي صفر $(V_i = 0)$ وكالاتي :-

$$\Delta y = V_i t + \frac{1}{2}g(\Delta t)^2 \Rightarrow \Delta y = (0)(3) + \frac{1}{2}(-10)(3)^2$$
$$\Delta y = 0 - 5\times 9 \Rightarrow \Delta y = -45\ m$$

والاشارة السالبة تعني ان الازاحة للكرة تتجه نحو الاسفل فيكون ارتفاع سطح البناية فوق سطح الارض (h=+45m)

2. لحساب سرعة الكرة لحظة اصطدامها بسطح الارض فيعني $(v_i = 0)$ وحساب مقدار السرعة النهائية V_f بتطبيق العلاقة الاتية:-

$$v_f = v_i + g\,t \Rightarrow v_f = 0 + (-10)(3) \Rightarrow v_f = 0 - 30 \Rightarrow v_f = -30\ m/s$$

والاشارة السالبة تعني ان سرعة الكرة تتجه نحو الاسفل.





❸ لحساب مقدار السرعة وارتفاع الكرة فوق سطح الارض بعد مرور (1s) نطبق الاتي لحسابها :

$$v_f = v_i + g\,t \Rightarrow v_f = 0 + (-10)(1) \Rightarrow v_f = -10\ m\backslash s$$

والاشارة السالبة تعني ان سرعة الكرة تتجه نحو الاسفل.

ولحساب ارتفاع الكرة فوق سطح الارض بعد مرور (1s) يجب حساب الازاحة عند ذلك الزمن كالاتي :

$$\Delta y = v_i\,t + \frac{1}{2}g(\Delta t)^2 \Rightarrow \Delta y = (0)(1) + \frac{1}{2}(-10)(1)^2$$

$$\Delta y = 0 - 5 \times 1 \Rightarrow \Delta y = -5\ m$$

الازاحة من لحظة سقوط الكرة من اعلى البناية وعند (t=1s) وبذلك فان ارتفاع الكرة عن سطح الارض يكون كالاتي:-

$$h = 45 - 5 \Rightarrow h = 40\ m$$

مثال (3) ص39 (كتاب) من نقطة عند سطح الارض قذفت كرة صغيرة بانطلاق (40m/s) شاقولياً نحو الاعلى كما موضح في الشكل (اهمل تأثير الهواء في الكرة). احسب مقدار:-

❶ اعلى ارتفاع ممكن ان تصله الكرة فوق سطح الارض.
❷ الزمن الذي تستغرقه الكرة من لحظة قذفها لحين وصولها الى اعلى ارتفاع لها.
❸ سرعتها ارتفاعها فوق سطح الارض عند اللحظة (t=2s)
❹ سرعتها لحظة اصطدامها بسطح الارض .



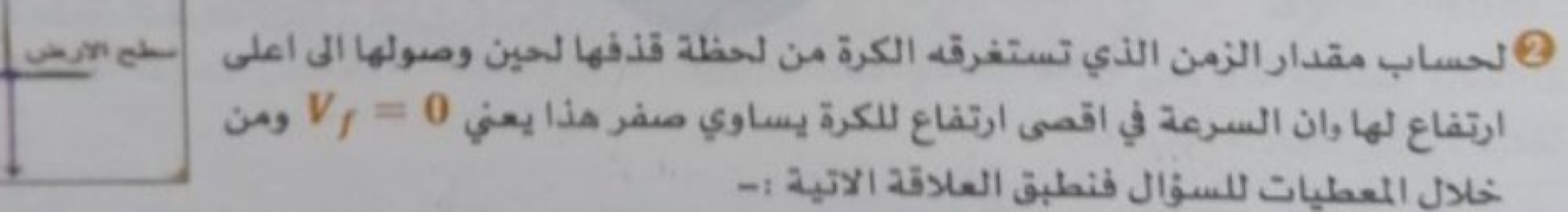


❶ لحظة وصول الكرة الى اعلى ارتفاع فوق سطح الارض فتكون سرعتها النهائية $(V_f = 0)$ وبذلك يمكن حساب اقصى ارتفاع Δy ممكن ان تصله الكرة وكالاتي :-

$$V_f^2 = V_i^2 + 2g\,\Delta y \Rightarrow (0)^2 = (40)^2 + (2)(-10)\Delta y \Rightarrow 0 = 1600 - 20\,\Delta y$$

$$20\,\Delta y = 1600 \Rightarrow \Delta y = 80\ m$$ اقصى ارتفاع ممكن ان تصله الكرة

ويمثل هذا الارتفاع هو ارتفاع البناية h=80m



❷ لحساب مقدار الزمن الذي تستغرقه الكرة من لحظة قذفها لحين وصولها الى اعلى ارتفاع لها وان السرعة في اقصى ارتفاع للكرة يساوي صفر هذا يعني $V_f = 0$ ومن خلال المعطيات للسؤال فنطبق العلاقة الاتية :-

$$V_f = V_i + g \Rightarrow 0 = 40 + (10)t \Rightarrow 10\,t = 40 \Rightarrow t = 4\ s$$

❸ لحساب سرعة الكرة وارتفاعها في لحظة معينة عندما يكون (t=2s) وتحسب مقدار السرعة النهائية (اللحظية) كالاتي :-

$$V_f = V_i + g\,t \Rightarrow V_f = 40 + (-10)(2) \Rightarrow V_f = 40 - 20 \Rightarrow V_f = 20\ m\backslash s$$

أما لحساب مقدار ارتفاع الكرة عن سطح الارض تحسب الازاحة (y) من لحظة قذف الكرة وعند وصولها الى اللحظة (t=2s) وكالاتي :-

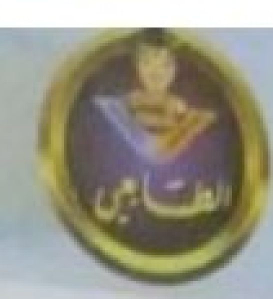
$$\Delta y = V_i t + \frac{1}{2}g\,t^2 \Rightarrow \Delta y = (40)(2) + \frac{1}{2}(-10) \times (2)^2$$

$$\Delta y = 80 - 5 \times 4 \Rightarrow \Delta y = 60\ m$$

وبذلك سيكون ارتفاع الكرة عن سطح الارض مقداره (h=60m)







0 ولحساب مقدار سرعة الكرة لحظة اصطدامها بسطح الارض فأن زمن صعود الكرة الى اعلى ارتفاع لها يساوي $(T_1 = 4\ s)$ ونحسب مقدار زمن نزول الكرة من اعلى ارتفاع لحين وصولها الى سطح الارض فتكون $V_i =$ 0 ويفرض ان الكرة تسقط سقوط حر من اقصى ارتفاع فنحسب مقدار زمن النزول وكالاتي :-

$$\Delta y = V_i t + \frac{1}{2} g\, t^2 \Rightarrow -80 = (0)(t) + \frac{1}{2}(-10)(t)^2$$

$$-80 = -5\, t^2 \Rightarrow t^2 = 16 \Rightarrow t = 4\, s \Rightarrow \text{زمن النزول}$$

(a) بما ان زمن الصعود $(t_1 = 4s)$ وزمن النزول $(t_2 = 4s)$ وذلك فأن الزمن الكلي :-

$$t = \text{زمن الصعود} + \text{زمن النزول} \Rightarrow t = 4 + 4 \Rightarrow t = 8s$$

$$V_f = V_i + gt \Rightarrow V_f = 40 + (-10)(8) \Rightarrow V_f = 40 - 80 \Rightarrow V_f = -40\ m\backslash s$$

السرعة النهائية للكرة لحين اصطدامها بسطح الارض والاشارة السالبة للدلالة على اتجاه الكرة نحو الاسفل.

(2-12) الحركة في بعدين (الحركة في مستوي)

❖ من الامثلة المعروفة عن حركة الاجسام في بعدين هي حركة جسم مقذوف بزاوية في مجال الجاذبية الارضية مثل حركة جزيئات الماء الساقطة من الشلال و (حركة الشرارات الكهربائية) وغيرها .

❖ وان هذه الفكرة تعتمد على تمثيلها هذا الحركة ببعدين وهما المحور الافقي والمحور الشاقولي ودراسة كل بعد مستقل عن الاخر حيث انهما لا يؤثر احدهما بالأخر لذا يتم تطبيق معادلات الحركة ببعد واحد على كل من المحورين (X) و (Y) ويسمان بالمركبة الافقية والمركبة الشاقولية .

❶ الحركة الافقية للمقذوفات

ان حركة المقذوفات الافقية هي نتيجة محصلة نوعين من الحركة النوع الاول حركة شاقولية تكون فيها سرعة المقذوف $(\overrightarrow{V_y})$ متغيرة بالمقدار والاتجاه بسبب تأثير قوة الجاذبية الارضية فيها والنوع الاخر حركة افقية تكون فيها سرعة المقذوف $(\overrightarrow{V_x})$ ثابتة المقدار والاتجاه بسبب عدم تأثير قوة الجاذبية الارضية فيها (فهي عمودية على مركبة متجه السرعة $(\overrightarrow{V_y})$ كما في الشكل)





لذا فأن السرعة الافقية تعطى بالمعادلة الاتية:-

لان الجسم مقذوف افقياً فأن $(\theta = 0) \Leftarrow (\cos 0 = 1)$

والمركبة الشاقولية في هذه الحالة تساوي صفر $V_{iy} = 0$

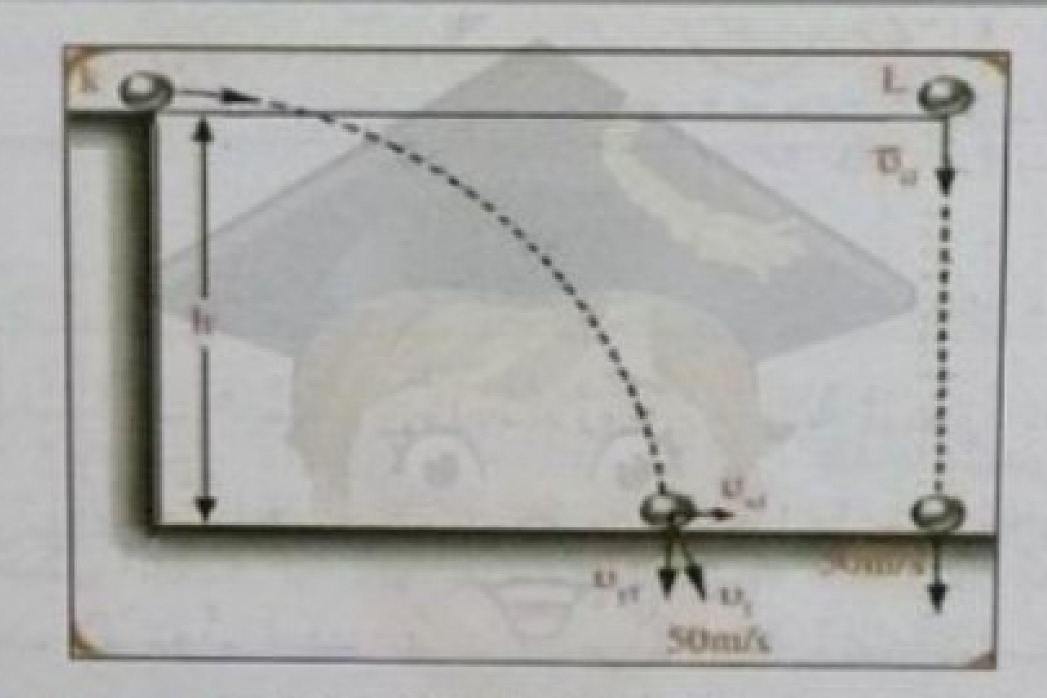
$$V_x = V\cos\theta$$
$$V_x = V$$

وان السرعة المحصلة لهتين السرعتين تعطى بالعلاقة الاتية وتطبق عليها معادلات الحركة السابقة:-

$$V_f^2 = V_x^2 + V_y^2$$

مثال (3)/ ص41 (كتاب)

قذفت الكرة K بسرعة افقية مقدارها (40m/s) من ارتفاع شاقولي h فضربت الارض بسرعة مقدارها (50m/s) ومن الارتفاع نفسه قذفت الكرة L شاقوليا نحو الاسفل كما موضح في الشكل بسرعة ابتدائية V_0 فضربت سطح الارض بسرعة مقدارها (50m\s) أيضا احسب مقدار:- السرعة V_0 للكرة L .





نرسم اولاً المركبتين الافقية والشاقولية للسرعة النهائية للكرة K (السرعة التي ضربت سطح الارض) وبما ان مقدار المركبة الافقية لسرعة القذيفة يبقى ثابتا طيلة مسارها فأن:-

$$V_{xf} = V_{xi} = 40m/s \quad \Rightarrow \quad V_f^2 = V_{xf}^2 + V_{yf}^2 \quad \Rightarrow \quad V_{yf} = -30\ m/s$$

الاشارة السالبة امام مقدار السرعة تدل على ان الكرة (K) تتجه نحو الاسفل وهي المركبة الشاقولية للسرعة النهائية للكرة

ثم نحسب الارتفاع الشاقولي h بتطبيق المعادلة:-

$$V_{yf}^2 = V_{yi}^2 + 2\,g\,\Delta y \quad \Rightarrow \quad (-30)^2 = 0 + 2\times(-10)\Delta y \quad \Rightarrow \quad \Delta y = -45m$$

والاشارة السالبة تدل على ان الازاحة نحو الاسفل فيكون الارتفاع h=45m لحساب السرعة الابتدائية (V_{yi}) للكرة L نطبق المعادلة الاتية:-

$$V_{yf}^2 = V_{yi}^2 + 2g\,\Delta y \quad \Rightarrow \quad (50)^2 = V_{yi}^2 + 2(-10)(-45) \quad \Rightarrow \quad 2500 = V_{yi}^2 + 900$$

$$V_{yi} = 1600 \quad \Rightarrow \quad V_{yi} = -40\ m/s$$

تؤخذ الاشارة السالبة لان اتجاه السرعة نحو الاسفل

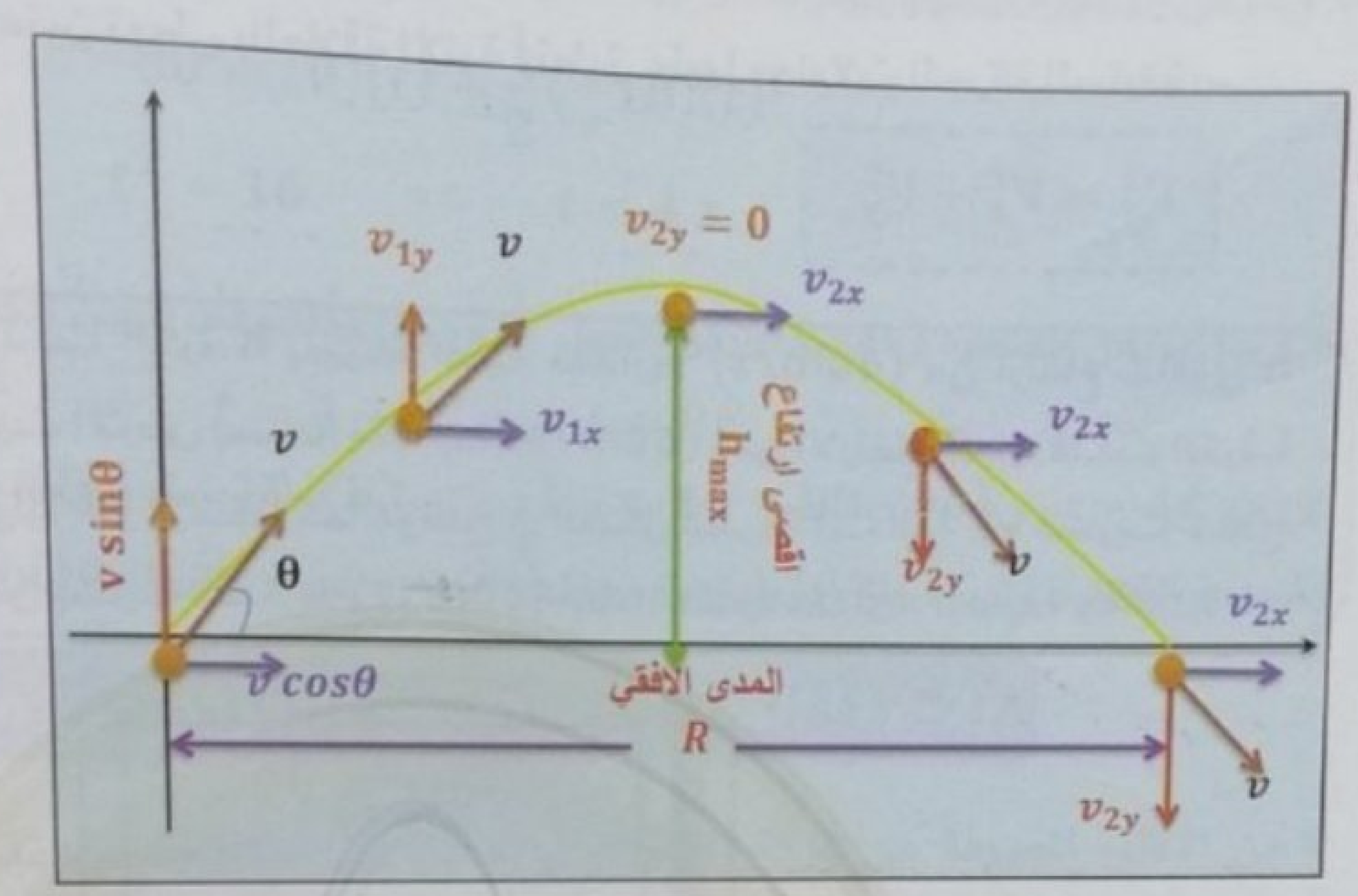




② المقذوفات بزاوية معينة

كل مقذوف بزاوية فوق الافق يتخذ مساراً بشكل القطع المكافئ كما موضح في الشكل.





وبذلك فان الجسم تكون حركته ببعدين (افقي وشاقولي) وان هذه الحركتين الافقية والشاقولية لا يؤثر احدهما بالأخر ومن ملاحظتنا للشكل اعلاه نجد ان المركبة الافقية للسرعة تعطى بالعلاقة الاتية:-

المركبة الافقية ⇐ $v_x = v_{ix} = v_1 \cos\theta$

والمركبة الشاقولية تكون بحركة ذات تعجيل ثابت وهو تعجيل الجاذبية الارضية وتعطى بالعلاقة الاتية:-

المركبة الشاقولية ⇐ $v_y = v_{iy} = v_i \sin\theta$

وان سرعة الجسم المقذوف (v) عند اي لحظة تحسب وفق نظرية فيثاغورس لان المركبتين الافقية والشاقولية متعامدين مع بعضهما وتعطى بالعلاقة الاتية:-

محصلة السرعة للجسم المقذوف بزاوية معينة ⇐ $v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2}$

وان المركبة الشاقولية للسرعة يمكن كتابتها كالاتي بالاعتماد على الحركة الشاقولية وتأثيرها بقوة الجاذبية الارضية التي يكون معاكس لاتجاه حركتها:-

$$V_{yf} = V_{iy} + g\,t$$

معادلات المقذوفات بزاوية فوق الافق

ان معادلات هذه الحركة هي نفسها معادلات الجسم المقذوف شاقولياً نحو الا... السرعة الابتدائية بالمركبة الشاقولية $(V \sin\theta)$ وبذلك سيكون اشتقاق هذ...



س1 اشتق معادلة لحساب الزمن الكلي المستغرق في طيران الجسم المقذوف؟

الجواب نحسب الزمن الذي يستغرقه الجسم المقذوف للوصول الى اعلى (اقصى) ارتفاع له ويرمز له بالرمز (t_{rise}) وذلك بالتعويض عن (g) بإشارة سالبة لان اتجاهه نحو الاسفل وكالاتي:-

$$V_{fy} = V_{iy} + gt \Rightarrow$$ معادلة المركبة الشاقولية للسرعة

$$V_{fy} = V_i \sin\theta - g\, t_{rise}$$

وبذلك نحصل على

$$t_{rise} = \frac{V_i \sin\theta}{g}$$ او $$t_{rise} = \frac{V_{fy}}{g}$$

وعند نزول المقذوف من قمة مسارة و وصولة الى المستوى الاول الذي قذف منه فأن الزمن الذي يستغرقه في نزوله يساوي زمن صعوده من نقطة قذفة وحتى وصولة الى قمة مسارة وبذلك فان الزمن الكلي يعطى بالعلاقة الاتية:-

الزمن الكلي لطيران الجسم المقذوف $\Rightarrow$ $$t_{total} = \frac{2\,V_i \sin\theta}{g}$$

س2 اشتق معادلة لحساب اعلى ارتفاع يمكن ان يصله الجسم المقذوف؟

الجواب بما ان المركبة الشاقولية لسرعة الجسم المقذوف بزاوية فوق الافق على اعلى نقطة من مسارة تساوي صفرا ($v_{yf} = 0$) وهذا يعني ان:-

$$V_{yf}^2 = V_{yi}^2 - 2g\,\Delta y \Rightarrow 0 = V_i^2 \sin^2\theta - 2gh \Rightarrow 2gh = V_i^2 \sin^2\theta$$

يمثل اقصى ارتفاع ممكن ان يصله الجسم المقذوف $\Rightarrow$ $$h_{max} = \frac{V_i^2 \sin^2\theta}{2g}$$

س3 اشتق معادلة لحساب المدى الافقي للجسم المقذوف بزاوية فوق الافق؟

الجواب المدى الافقي هو الازاحة الافقية التي يقطعها الجسم المقذوف خلال الزمن الكلي للطيران ويرمز له بالرمز (R) وبما ان السرعة الافقية للمقذوفات ثابتة المقدار والاتجاه فأن:-

$$R = V_{xi} - t_{rise} \Rightarrow R = (V_i \cos\theta) - t_{rise} \;\ldots\ldots\ldots (1)$$

$$\Delta y = V_{iy} t_{rise} - \frac{1}{2} g t_{rise}^2 \Rightarrow 0 = (V_i \sin\theta) t_{rise} - \frac{1}{2} g\, t_{rise}^2$$

$$\frac{1}{2} g t_{rise}^2 = V_i \sin\theta\, t_{rise} \Rightarrow \div t_{rise} \Rightarrow \frac{1}{2} g\, t_{rise} = V_i \sin\theta$$

$$t_{rise} = \frac{2\,V_i \sin\theta}{g} \;\ldots\ldots\ldots (2)$$

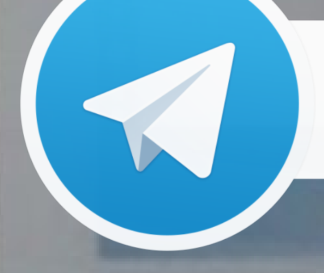


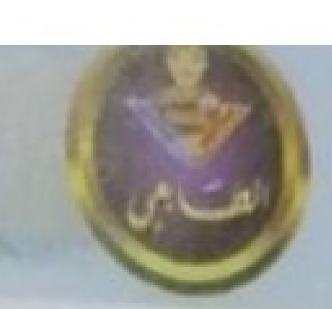
وبتعويض معادلة (2) في معادلة (1) نحصل على :-

$$R = V\cos\theta \times \frac{2\,V \sin\theta}{g} = \frac{V^2 \sin\theta \cos\theta}{g}$$

معادلة حساب المدى الافقي $\Rightarrow$ $$R = \frac{V_i^2}{g} \sin 2\theta$$

مطابقة مثلثية للحفظ
$2 \sin\theta \cos\theta = \sin 2\theta$





ولحساب اعظم مدى افقي للجسم المقذوف عندما تكون $(\theta = 45^\circ)$ وبذلك فان:-

$$R = \frac{V_i^2}{g} \Rightarrow \text{اعظم مدى افقي}$$

ملاحظات مهمة جداً في حلول مسائل المقذوفات

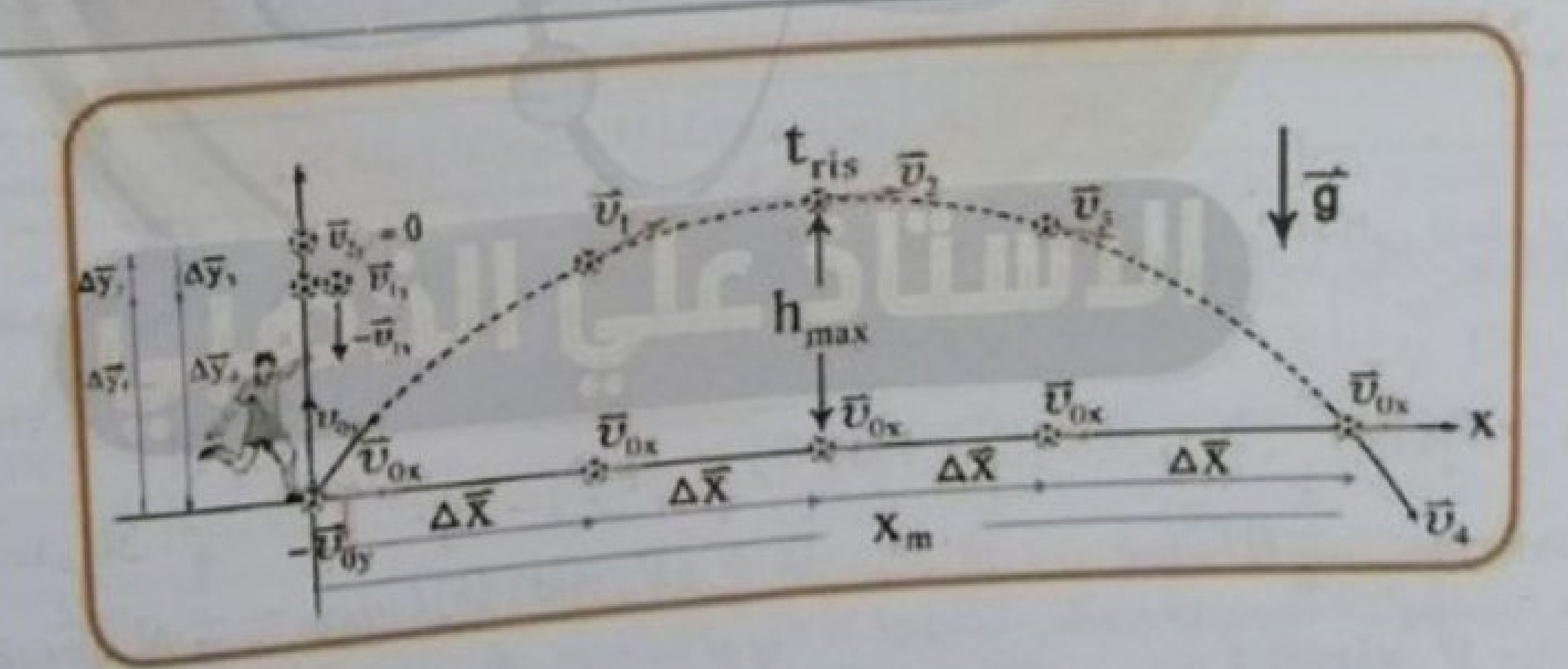
1. السرعة الشاقولية تساوي صفر $(V_y = 0)$ عندما يصل الجسم الى اقصى ارتفاع.
2. السرعة الشاقولية تساوي صفر $(V_y = 0)$ عندما يصل الجسم المقذوف الى الهدف (نهاية الحركة).
3. الزاوية تكون قائمة $(\theta = 90^\circ)$ عندما يصل الجسم اقصى ارتفاع ممكن نحو الاعلى لمحور (y) او نحو الاسفل بصورة عامة.
4. الزاوية تكون مساوية لصفر $(\theta = 0)$ عندما يقذف الجسم افقياً.

مثال (3)/ ص44 (كتاب)

لاعب كرة القدم ركل الكرة الموضوعة على سطح الارض كما موضح في الشكل فكانت سرعتها الابتدائية $(V_{initial}=20 m/s)$ بزاوية $\theta = 37^\circ$ فوق الافق احسب مقدار:-

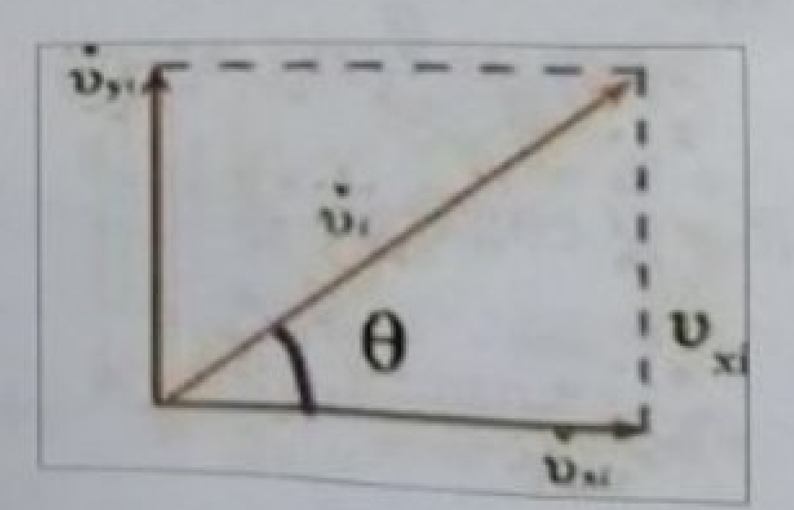
1. اعلى ارتفاع فوق سطح الارض تصله الكرة.
2. الزمن الذي تستغرقه الكرة من لحظة ضربها حتى وصولها الى قمة مسارها ثم احسب الزمن الكلي من لحظة ضربها حتى لحظة اصطدامها بسطح الارض.
3. المدى الافقي للكرة خلال حركتها من نقطة ضربها حتى لحظة اصطدامها بالأرض.
4. سرعتها قبيل لحظة اصطدامها بسطح الارض وباي اتجاه.
5. اعظم مدى افقي لهذا المقذوف.







1. نحسب اولاً المركبة الافقية للسرعة الابتدائية للكرة:-



$$V_{xi} = V_{initial} \times \cos\theta$$
$$V_{xi} = 20 \cos 37^\circ = 20 \times 0.8 = 16\ m/s$$

نحسب ثانياً المركبة الشاقولية لسرعة الكرة:

$$\times 0.6 = 12\ m/s$$





ويما ان سرعة الكرة وهي في قمة مسارها ($V_{yf}=0$) نطبق المعادلة

$$V_{yf}^2 = V_{yi}^2 + 2g\Delta y \Rightarrow 0 = (12)^2 + 2(-10)\Delta y \Rightarrow 0 = 144 - 20\Delta y$$

$$20\Delta y = 144 \Rightarrow \Delta y = \frac{144}{20} \Rightarrow \Delta y = 7.2m$$

فيكون اعلى ارتفاع الكرة فوق سطح الارض (h=7.2m)

❷ لحساب الزمن الكلي لطيران الكرة يتطلب حساب اولا الزمن المستغرق من لحظة ركلها حتى لحظة وصولها الى قمة مسارها

$$V_{yf} = V_{yiV} + g \times t \Rightarrow 0 = 12 + (-10) \times t \Rightarrow 12 = 10t$$

$$t = \frac{12}{10} \Rightarrow t_1 = 1.2\, s$$

ثم نحسب الزمن الذي تستغرقه الكرة اثناء نزولها من قمة مسارها حتى لحظة اصطدامها بسطح الارض

[تسقط سقوطاً حرا من ارتفاع (h=7.2m)] وبما انها تتجه نحو الاسفل يكون $\Delta y = -7.2\, m$

$$\Delta y = \frac{1}{2} g \times t^2 \Rightarrow -7.2 = \frac{1}{2}(-10) \times (t_2)^2 \Rightarrow -7.2 = -5 \times (t_2)^2$$

$$t_2{}^2 = \frac{7.2}{5} \Rightarrow t_2{}^2 = \frac{72}{50} \Rightarrow t_2{}^2 = 1.44 \Rightarrow t_2 = 1.2\, s$$

فيكون الزمن الكلي = زمن الصعود + زمن النزول

او الزمن الكلي = زمن الصعود الى اعلى نقطة × 2

$$t_{total} = 1.2\, s + 1.2\, s \Rightarrow t_{total} = 2.4\, s$$

❸ المدى الافقي = المركبة الافقية للسرعة الابتدائية $V_x = V_i \times \cos\theta$ مضروباً في الزمن الكلي

$$R = V_x t_{total} \Rightarrow R = 16 \times 24 = 384m$$

❹ لحساب سرعة الكرة لحظة اصطدامها بسطح الارض . يتطلب حساب المركبتين الافقية والشاقولية لهذا السرعة وبما ان المركبة الافقية لسرعة الكرة ثابتة طيلة مسارها (V_x=16m/s) لذا يتطلب حساب مركبتها الشاقولية (V_{yf})

$$V_{yf} = V_{yi} + g \times t_2 \Rightarrow V_{yf} = 0 + (-10) \times 1.2 \Rightarrow V_{yf} = -12m/s$$

[الاشارة السالبة تدل على ان اتجاه المركبة الشاقولية للسرعة النهائية نحو الاسفل]

بما ان المركبتين الافقية والشاقولية متعامدتين كما موضح في الشكل المعطى في السؤال فيكون:-

$$V_f^2 = V_{xf}^2 + V_{yf}^2 \Rightarrow V_f^2 = (16)^2 + (-12)^2 \Rightarrow V_f^2 = 256 + 144 \Rightarrow V_f = 20\, m/s$$

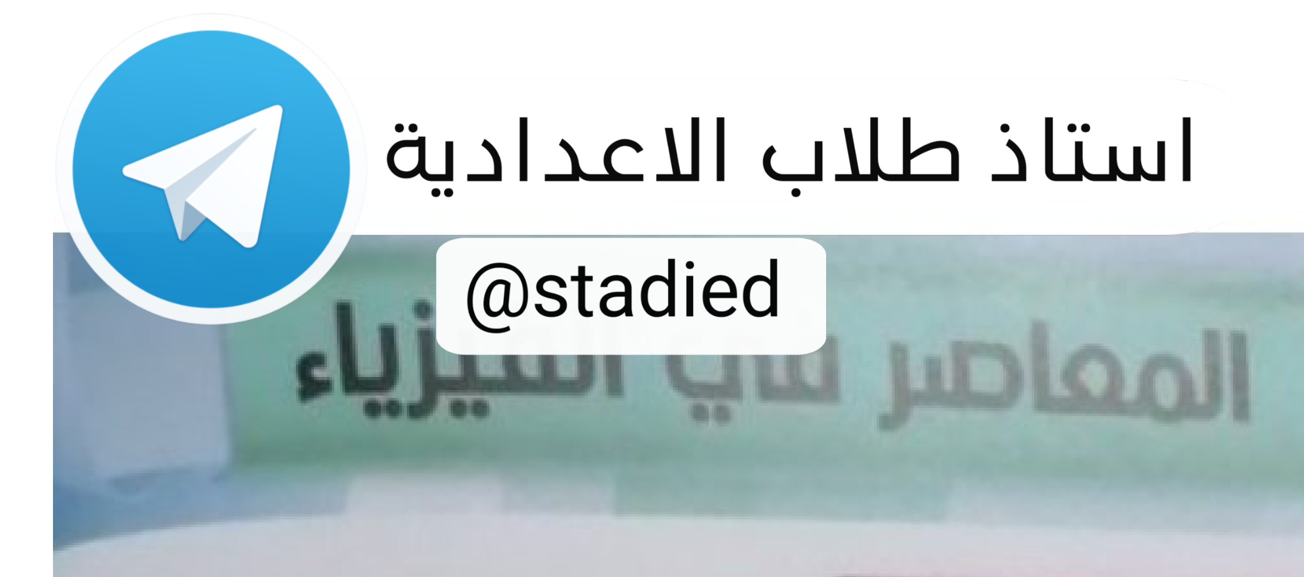
لتعيين اتجاه هذا السرعة نطبق النسبة المثلثية :-

$$\tan\theta = \frac{V_y}{V_x} = \frac{-12}{16} \Rightarrow \tan\theta = \frac{-3}{4} \Rightarrow \theta = -37°$$

(الاشارة السالبة تعني ان الزاوية تقع تحت الافق)

❺ لحساب اعظم مدى افقي لهذا المقذوف يتحقق عندما تكون زاوية قذفه (45°) فوق الافق وعندئذ نطبق المعادلة:

$$R_{max} = \frac{V_i^2}{g} \Rightarrow R_{max} = \frac{(20)^2}{10} \Rightarrow R_{max} = 40\, m$$





س1 اختر الاجابة الصحيحة لكل من العبارات الاتية :-

1. الحركة تعبير يعود الى التغير في موقع الجسم نسبة الى:-
   (a) اطار اسناد معين
   (b) احد النجوم
   (c) السحب.
   (d) الشمس.

الجواب الاختيار الصحيح فرع (a)

2. جسمان متماثلان في الشكل والحجم ولكن وزن احدهما ضعف وزن الاخر سقطا سوية من قمة برج (بإهمال تأثير الهواء) فأن:-
   (a) الجسم الاثقل سيضرب سطح الارض اولاً ويمتلكان التعجيل نفسه.
   (b) الجسمان يصلان سطح الارض باللحظة نفسها ولكن الجسم الاثقل يمتلك انطلاقاً اكبر.
   (c) الجسمان يصلان سطح الارض بالحظة نفسها وبالانطلاق نفسة ويمتلكان التعجيل نفسة.
   (d) الجسمان يصلان سطح الارض باللحظة نفسها ولكن الجسم الاثقل يمتلك تعجيلاً اكبر.

الجواب الاختيار الصحيح فرع (c)

3. تعجيل الجسم المقذوف شاقولياً نحو الاعلى (بإهمال مقاومة الهواء) :-
   (a) اكبر من تعجيل الجسم المقذوف شاقولياً نحو الاسفل.
   (b) اقل من تعجيل الجسم المقذوف شاقولياً نحو الاسفل.
   (c) يساوي تعجيل الجسم المقذوف شاقولياً نحو الاسفل.
   (d) اكبر من تعجيل الجسم الساقط سقوطاً حراً نحو الاسفل.

الجواب الاختيار الصحيح فرع (c)

4. تصور انك راكب دراجة وتتحرك بانطلاق ثابت بخط مستقيم وبيدك كرة صغيرة فاذا قذفت الكرة شاقولياً نحو الاعلى (اهمل مقاومة الهواء) فان الكرة ستسقط:-
   (a) امامك.
   (b) خلفك.
   (c) بيدك.
   (d) اي من الاحتمالات السابقة ويعتمد ذلك على مقدار انطلاق الكرة.

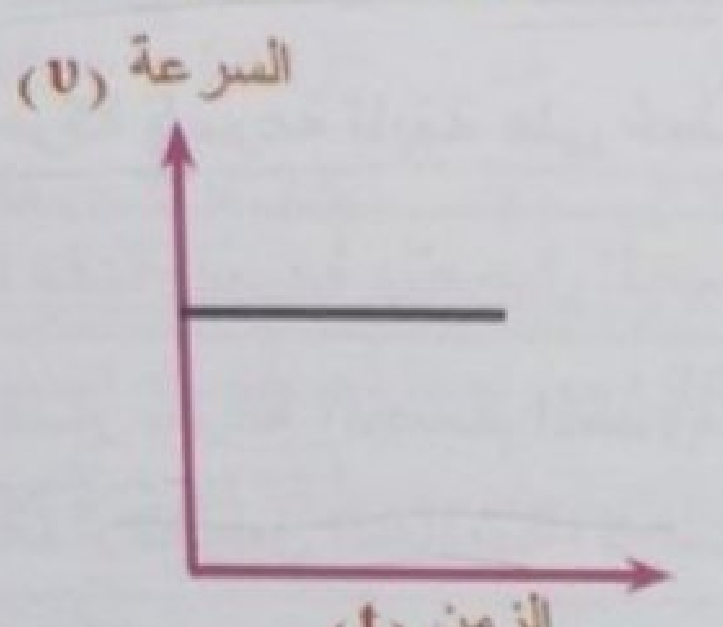
الجواب الاختيار الصحيح فرع (c)

5. في كل من الامثلة الاتية السيارة متحركة، في اي منها لا تمتلك تعجيلاً؟
   (a) السيارة متحركة على منعطف افقي بانطلاق ثابت $(50Km \backslash h)$.
   (b) السيارة متحركة على طريق مستقيمة بانطلاق ثابت $(70Km \backslash h)$.
   (c) تناقصت سرعة السيارة من $(70Km \backslash h)$ الى $(30Km \backslash h)$ خلال $(20s)$.
   (d) انطلقت سيارة من السكون فبلغت سرعتها 15 $40m$ بعد مرور $(60s)$.

الجواب الاختيار الصحيح فرع (b)



❻ عند رسمك للمخطط البياني (السرعة - الزمن) يكون الخط المستقيم الافقي المرسوم في المخطط يعبر عن حركة جسم اذا كانت:-



(a) سرعته تساوي صفرا .
(b) سرعته ثابتة في المقدار والاتجاه .
(c) سرعته متزايدة في المقدار بانتظام .
(d) سرعته متناقصة في المقدار بانتظام .

الجواب الاختيار الصحيح فرع (b)

❼ في المخطط البياني (الازاحة - الزمن) اي (X-t) يكون الخط المستقيم المائل الى الاعلى نحو اليمين المرسوم في المخطط يعبر عن حركة جسم عندما تكون:

الازاحة (X)
الزمن (t)

(a) سرعته تساوي صفرا .
(b) سرعته ثابتة في المقدار والاتجاه .
(c) سرعته متزايدة في المقدار بانتظام .
(d) سرعته متناقصة في المقدار بانتظام .

الجواب الاختيار الصحيح فرع (b)

❽ دراجة تتحرك في شارع مستقيم بتباطؤ منتظم يكون الرسم البياني (السرعة - الزمن) لحركتها عبارة عن:-

(a) خط مستقيم يميل الى الاعلى نحو اليمين .
(b) خط مستقيم يميل الى الاسفل نحو اليمين .
(c) خط مستقيم افقي .
(d) خط منحني يميل الى الاعلى يزداد مع الزمن .

الجواب الاختيار الصحيح فرع (b)

❾ قذف حجر شاقولياً نحو الاعلى فوصل اعلى ارتفاع له (y) ثم سقط سقوطاً حراً من ذلك الارتفاع راجعا الى النقطة التي قذف منها فأن سرعته المتوسطة تساوي:-

لفهم الموضوع اكثر صور الباركود المحاضرة (9)

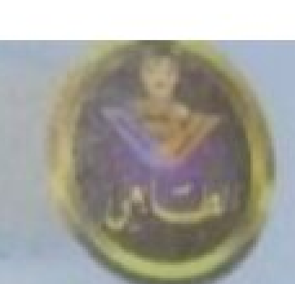
(a) صفرا.
(b) $2\frac{y}{t}$
(c) $\frac{y}{t}$
(d) $(\frac{1}{2})(\frac{y}{t})$

الجواب الاختيار الصحيح فرع (a)

❿ يقف شخص على شخص سطح بناية ويحمل في كلتا يدية كرتان صغيرتان متماثلتان في الكتلة والحجم (حمراء وخضراء) فاذا قذف الكرة الحمراء بسرعة افقية وترك الكرة الخضراء تسقط سقوطاً حراً من الارتفاع نفسة فأن:-

(a) الكرتان تصلان سطح الارض في ان واحد ولكن انطلاق الكرة الحمراء اكبر من انطلاق الكرة الخضراء لحظة وصولهما سطح الارض .
(b) الكرة الحمراء تصل سطح الارض قبل الكرة الخضراء وبانطلاق اكبر منها .
(c) الكرة الخضراء تصل سطح الارض قبل الكرة الحمراء وبانطلاق اكبر منها .
(d) الكرتان تصلان سطح الارض في ان واحد وبانطلاق متساو .

الجواب الاختيار الصحيح فرع (a)



س2 في اي نوع من الحركة يكون مقدار السرعة المتوسطة يساوي مقدار السرعة الانية ؟

الجواب الحركة بسرعة ثابتة على خط مستقيم .

س3 ما مقدار سرعة وتعجيل الجسم المقذوف نحو الاعلى وهو في قمة مسارة ؟

الجواب مقدار سرعة الجسم المقذوف نحو الاعلى وهو في قمة مسارة يساوي تقريباً $(-9.8\ m/s^2)$ وهو مقدار تعجيل الجاذبية الارضية .

س4 اذا كان العداد الموضوع امام السائق في السيارة يشير الى (70Km/h) خلال مدة زمنية معينة هل يعني ذلك هذا السيارة تتحرك خلال تلك الفترة بانطلاق ثابت ؟ ام بسرعة ثابتة ؟ ام بتعجيل ثابت ؟ وضح ذلك

الجواب ان مقدار السرعة للجسم المتحرك عند اية لحظة هو مقدار السرعة الانية (الانطلاق الاني) للجسم في تلك اللحظة فالقراءة (70 Km/h) تشير الى الانطلاق الاني للسيارة ولا تعني حركة السيارة بسرعة ثابتة او بتعجيل ثابت .

س5 وضح فيما اذا كانت حركة الدراجة الهوائية في الامثلة الاتية تمتلك اولاً تمتلك تعجيلاً؟

a- دراجة تسير بانطلاق ثابت على طريق مستقيم

b- دراجة تسير بانطلاق ثابت على منعطف افقي .

c- دراجة تسير بانطلاق ثابت على احد جانبي طريق مستقيم ثم تنعطف وتعود تسير باتجاه معاكس وبانطلاق ثابت على الجانب الاخر من الطريق .

الجواب

a- الدراجة التي تسير بانطلاق ثابت على طريق مستقيمة لا تمتلك تعجيل لان لا يحصل تغيير في مقدار السرعة او في اتجاه السرعة .

b- الدراجة التي تسير بانطلاق ثابت على منعطف افقي تمتلك تعجيلاً مركزياً ينتج عن حصول تغيير في اتجاه السرعة مع ثبوت انطلاقها .

c- الدراجة تمتلك تعجلا وذلك بسبب تغير حركتها (تغيراً في اتجاه السرعة) في اثناء انعطافها

حلول مسائل الفصل الثاني

س1 سيارة تتحرك بسرعة (30 m/s) فاذا ضغط سائقها على الكوابح تحركت السيارة بتباطؤ (6m/s²) احسب مقدار:-

❶ سرعة السيارة بعد (2s) من تطبيق الكوابح .

❷ الزمن الذي تستغرقه السيارة حتى تتوقف عن الحركة .

❸ الازاحة التي تقطعها السيارة حتى تتوقف عن الحركة .

الحل

❶ نحسب مقدار السرعة النهائية للسيارة بعد مرور (2s) من تطبيق الكوابح وتعويض التعجيل بقيمة سالبة لان تباطؤ $(a=-6m/s^2)$ كالاتي :-

$$V_f = V_i + a\,\Delta t \Rightarrow V_f = 30 + (-6)(2) \Rightarrow V_f = 30 - 12 \Rightarrow V_f = 18\ m/s$$

❷ ولحساب مقدار الزمن الذي تستغرقه السيارة حتى تتوقف عن الحركة وتعويض $(V_f = 0)$ لان السيارة توقفت عن الحركة نطبق العلاقة الاتية :-

$$\dots = 30 + (-6)\Delta t \Rightarrow 0 = 30 - 6\Delta t \Rightarrow 6\Delta t = 30 \Rightarrow \Delta t = 5\ s$$







3 لحساب مقدار الازاحة التي تقطعها السيارة حتى تتوقف عن الحركة نطبق كالاتي :-

$$\Delta X = V_i \Delta t + \frac{1}{2}(\Delta t)^2 \Rightarrow \Delta X = 30 \times 5 + \frac{1}{2}(-6)(5)^2$$

$$\Delta X = 150 - 3 \times 25 \Rightarrow \Delta X = 150 - 75 \Rightarrow \Delta X = 75\ m$$

س2 سقط حجر سقوطاً حراً من جسر فاصطدم بسطح الماء بعد (2s) من لحظة سقوطه احسب مقدار:
1 ارتفاع الجسر فوق سطح الماء. 2 ارتفاع الحجر فوق سطح الماء بعد (1s) من سقوطه.
3 سرعة الحجر لحظة اصطدامه بسطح الماء.

الحل

1 لحساب مقدار ارتفاع الجسر فوق سطح الماء نحسب مقدار الارتفاع الذي سقط فيه الحجر من اعلى نقطة التي تكون فيها السرعة الابتدائية تساوي صفر ($V_i=0$) الى سطح الماء والذي يمثل (Δy) ارتفاع الجسر وكالاتي :-

$$\Delta y = V_i \Delta t + \frac{1}{2} g(\Delta t)^2 \Rightarrow \Delta y = 0 \times 2 + \frac{1}{2}(-10)(2)^2$$

$$\Delta y = -5 \times 4 \Rightarrow \Delta y = -20m$$

والاشارة السالبة تعني ان اتجاه حركة الحجر للأسفل وبذلك سكون ارتفاع الجسر هو (h=20m)

2 لحساب مقدار ارتفاع الجسر الحجر فوق سطح الماء بعد مرور (1s) من سقوطه بذلك سوف نحسب مقدار (Δy) عند هذا الزمن وكالاتي :-

$$\Delta y = V_i \Delta t + \frac{1}{2} g (\Delta t)^2 \Rightarrow \Delta y = (0) * 1 + \frac{1}{2}(-10)(1)^2 \Rightarrow \Delta y = -5\ m$$

والاشارة السالبة تعني ان اتجاه الحركة نحو الاسفل وبذلك سيكون ارتفاع الحجر فوق سطح الماء كلاتي :-
ارتفاع الحجر فوق سطح الماء (h = 20 − 15=5m)

3 لحساب مقدار سرعة الحجر لحظة اصطدامها بسطح الماء يعني المطلوب حساب السرعة النهائية (V_f) كالاتي :

$$V_f = V_i + g\ \Delta t \Rightarrow V_f = 0 + (-10)(2) \Rightarrow V_f = -20\ m/s$$

والاشارة السالبة تعني ان اتجاه الحركة للأسفل.

س3 طائرة تحلق في الجو بسرعة افقية (150 m/s) وعلى ارتفاع (2000m) فوق سطح الارض.
اذا سقطت منها حقيبة احسب :-
1 البعد الافقي للنقطة التي تصطدم بها الحقيبة على سطح الارض عن الخط الشاقولي لنقطة سقوطها من الطائرة.
2 مقدار واتجاه سرعة اصطدام الحقيبة بسطح الارض.

الحل

1 لحساب مقدار البعد الافقي للنقطة التي تصطدم بها حقيبة على سطح الارض عن الخط الشاقولي لنقطة سقوطها من الطائرة وبذلك يجب اولاً حساب الزمن الذي تسقط به الحقيبة من السكون والتعويض عن Δy باشارة سالبة لان الازاحة نحو الاسفل وكالاتي :

$$\Delta y = V_i \Delta t + \frac{1}{2} g(\Delta t)^2 \Rightarrow -2000 = \frac{1}{2}(-10)\Delta t^2$$

$$-2000 = -5\ \Delta t^2 \Rightarrow \Delta t^2 = \frac{2000}{5} \Rightarrow \Delta t^2 = 400 \Rightarrow \Delta t = 20\ s$$



ونطبق القانون الاتي لحساب المدى الافقي حيث ان (V_{xi}) المركبة الافقية لسرعة الحقيبة تبقى ثابتة وكالاتي:-

$\Delta X = V_{xi}\, t \Rightarrow \Delta X = 150 \times 20 \Rightarrow \Delta X = 3000\, m \Rightarrow$ المدى الافقي

❷ لحساب مقدار السرعة النهائية التي تصطدم بها الحقيبة بسطح الارض (R) نجد اولاً المركبتين الافقية والشاقولية وكالاتي:-

المركبة الافقية لسرعة الحقيبة تبقى ثابتة طيلة مسارها لأن $(\theta=0)$ و $(\cos(0)=1)$ فان:-

$$V_{xf} = V_{xi} = 150\, m/s$$

$$V_{xf} = V_x \cos\theta \Rightarrow V_{xf} = 150 \cos 0 \Rightarrow X_f = 150\, m/s$$

والمركبة الشاقولية لسرعة الحقيبة (V_{yf}) يمكن حسابها كالاتي :-

$$V_{yf} = V_{yi} + g\,\Delta t \Rightarrow V_{yf} = 0 + (-10)(20) \Rightarrow V_{yf} = -200 m/s$$

$$V_{total} = \sqrt{(V_x^2)^2 + (V_{yf})^2} \Rightarrow V_{total} = \sqrt{(150)^2 + (200)^2} \Rightarrow V_{total} = \sqrt{62500}$$

$V_{total} = 250\, m/s \Rightarrow$ السرعة مقداراً

اما لحساب اتجاه السرعة نطبق الاتي:-

$$\tan\theta = \frac{V_{yf}}{V_x} = \frac{-200}{150} \Rightarrow \tan\theta = \frac{-4}{3} \Rightarrow \theta = 53^\circ$$

س4 من نقطة على سطح الارض قذف حجر شاقوليا نحو الاعلى فوصل قمة مسارة بعد (3s) من لحظة قذفه احسب:-



❶ مقدار السرعة التي قذف بها الحجر.
❷ اعلى ارتفاع يصلة الحجر فوق سطح الارض.
❸ الازاحة الكلية والزمن الكلي خلال حركته.





❶ لحساب مقدار السرعة الابتدائية (V_i) وتم التعويض عن السرعة النهائية $(V_f=0)$ لأنه وصل اعلى نقطة من مساره وكالاتي :-

$$V_f = V_i + g\,\Delta t \Rightarrow 0 = V_i + (-10)(3) \Rightarrow 0 = V_i - 30 \Rightarrow V_i = 30\, m\backslash s$$

❷ لحساب مقدار اعلى ارتفاع يصله الحجر فوق سطح الارض يعني حساب Δy نطبق العلاقة الاتية :-

$$\Delta y = V_i\,\Delta t + \frac{1}{2} g\,(\Delta t)^2 \Rightarrow \Delta y = 30 \times 3 + \frac{1}{2}(-10)(3)^2$$

$$\Delta y = 90 - (5 \times 9) \Rightarrow \Delta y = 90 - 45 \Rightarrow \Delta y = 45\, m$$

❸ لحساب مقدار الازاحة الكلية التي يقطعها الحجر يجب ان تكون الازاحة في حالة صعود الحجر مع الازاحة في حالة نزوله مع مراعاة الاشارة لان الازاحة كمية متجهه وكالاتي :-

$$\Delta y = 45 - 45 \Rightarrow \Delta y = 0m$$

والازاحة الكلية تكون مساوية للصفر لان الازاحة نحو الاعلى تكون موجبة ونحو الاسفل تكون سالبة فالمحصلة تكون مساوية للصفر. ويمكن حساب الزمن الكلي كالاتي:-

زمن النزول $\Rightarrow = 3 + 3 \Rightarrow t_{total} = 6\, s$

3 الفصل الثالث

قوانين الحركة

(3-1) مفهوم القوة وأنواعها

س ما المقصود بالقوة ؟

الجواب هي مؤثر يغير او يحاول تغيير الحالة الحركية للجسم او شكل الجسم وسلوك الجسم يعتمد على محصلة القوى المؤثرة فيه .

- ❖ تعتبر القوة كمية متجهة (يذكر مقدارها واتجاهها)
- ❖ تقاس القوة حسب النظام الدولي للوحدات (SI) بالنيوتن $1\ Newton\ (N) = 1kg\frac{m}{s^2}$
- ❖ يمكن قياس القوة بواسطة جهاز القبان الحلزوني .

فهم الموضوع اكثر صور الباركود المحاضرة (1)

س ماهي انواع القوى؟

الجواب

❶ القوى المنظورة (قوى التماس):- هي القوى التي تكون في حالة تماس بين جسمين بصورة مباشرة مثل الدفع والسحب والشد والكبس والتدوير واللي .

❷ القوة الغير منظورة (القوة الغير مباشرة):- وهي نوع من انواع القوى التي يستخدم فيها التماس بين جسمين وهي اربع قوى اساس في الطبيعية وهي (قوة الجاذبية - القوة الكهربائية - القوة المغناطيسية - القوة النووية).

قوة دفع
قوة سحب
قوة شد
قوة كبس
قوة تدوير
قوة لَي

a قوة الجاذبية

وهي قوة التجاذب المتبادلة بين اي كتلتين في الكون.

علل بقاء الارض في حالة دوران حول الشمس؟

الجواب وذلك بسبب قوة الجاذبية الكبيرة بين الارض والشمس بسبب كبر كتلتيهما على الرغم من البعد الكبير بينهما وبالرغم من وجود كواكب اخرى بينهما .

س ما المقصود بوزن الجسم؟

الجواب هي قوة الجذب التي يسلطها الكوكب أو القمر على الأجسام القريبة منه.

b القوة الكهربائية والقوة المغناطيسية



ومن امثلتها القوة الكهربائية بين شحنتان كهربائيتان مثل انجذاب قصاصات الورق نحو مشط مدلوك بقطعة من الصوف والقوة المغناطيسية التي تظهر بين قطبين مغناطيسين أو انجذاب قطعة الحديد نحو المغناطيس.



هي واحدة من القوى الاساس الموجودة في الطبيعية وتكون على نوعين :-

النوع الأول :- قوة نووية قوية :- وهي التي تربط مكونات النواة (نيوكلونات) مع بعضها.

النوع الثاني :- قوة نووية ضعيفة :- وهي المسؤولة عن انحلال جسميات بيتا التي تحدث داخل النواة.

(3-2) القصور الذاتي والكتلة

س ما المقصود بالقصور الذاتي ؟ وعلام يعتمد ؟

الجواب هي تلك الخاصية التي يمتلكها الجسم والتي تحدد مقدار المقاومة التي يبديها الجسم لأي تغير في حالته الحركية. ويعتمد عزم القصور الذاتي للجسم على كتلة الجسم.

س ما علاقة الكتلة بالقصور الذاتي للجسم؟

الجواب الكتلة الاكبر تبدي مقاومة أكبر على تغير حالتها الحركية.

علل نجد أن كرة البيسبول تحتاج الى قوة أكبر لإيقافها من القوة اللازمة لأيقاف كرة المنضدة؟

الجواب لأن كرة البيسبول كتلتها أكبر فهي تبدي مقاومة أكبر على تغير حالتها الحركية .

(3-3) قوانين نيوتن في الحركة

بنى العالم الفيزيائي اسحاق نيوتن نظريته في الحركة من خلال القوانين الثلاثة التي عرفت بأسم (قوانين نيوتن في الحركة) والتي وصف من خلالها تأثير القوة في حركة الجسم.

القانون الاول لنيوتن ويسمى بقانون (القصور الذاتي)

وينص على :- ((في حال انعدام محصلة القوى الخارجية المؤثرة في جسم فالجسم الساكن يبقى ساكناً واذا كان متحركا بسرعة منتظمة فأنه يبقى متحركة بسرعته المنتظمة))

علل اذا كنت جالساً في سيارة وتحركت بشكل مفاجئ الى الأمام فأن جسمك يندفع الى الخلف؟

الجواب لان جسمك يحاول البقاء ساكناً فهو قاوم التغير الحاصل في حالته الحركية وهذا ما يسمى بالقصور الذاتي.

علل اذا كنت جالساً في سيارة متحركة وتوقفت بشكل مفاجئ فأن جسمك يندفع الى الأمام؟

الجواب لان جسمك يقاوم التغير الحاصل في مقدار سرعته.

س عندما تسير سيارة بمنعطف افقي بانطلاق ثابت فأن الجسم يستمر في حالته المستقيمة باتجاه المماس؟

الجواب لأن جسمك يقاوم التغير الحاصل في مقدار سرعته.





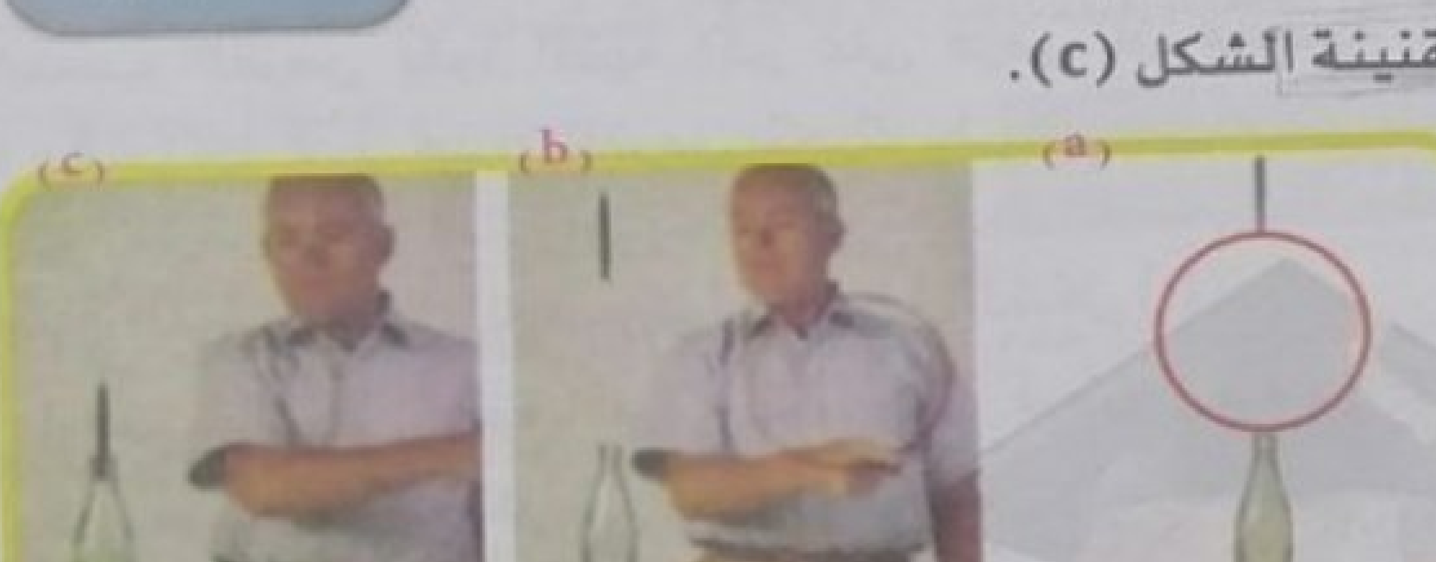
نشاط / كتاب ص (55) القصور الذاتي

س اشرح بنشاط القصور الذاتي ؟

الجواب ادوات النشاط (قلم - حلقة ملساء خفيفة من معدن - قنينة مفتوحة الفوهة)

خطوات النشاط

1. ضع القنينة بوضع شاقولي على سطح منضدة افقية .
2. ضع الحلقة المعدنية بمستوى شاقولي فوق فوهة القنينة .
3. ضع القلم بوضع شاقولي وبهدوء فوق الحلقة الشكل (a).
4. اضرب بيدك الحلقة بسرعة بقوة أفقية من منتصفها الشكل (b).
5. تجد ان الحلقة تزاح جانبا ويسقط القلم داخل القنينة الشكل (c).



الاستنتاج

1. ان الحلقة عندما اثرت فيها القوة الافقية، تحركت بتعجيل مع بقاء القلم ساكنا موضعه لعدم وجود قوة احتكاك.
2. ولعدم وجود قوة تؤثر في القلم فأنه يستمر في سكونه ويسقط داخل القنينة بتأثير قوة الجاذبية الارضية.

حلول اسئلة فكر/ كتاب ص(62)

1. لا يمكن تحريك الباخرة الكبيرة من السكون بوساطة زورق صغير يؤثر فيها بقوة؟

الجواب لان الباخرة الكبيرة تحتاج الى قوة أكبر لكي تتحرك بواسطة زورق صغير يؤثر فيها بقوة ويحركها من السكون لان الباخرة تكون كتلتها كبيرة فهي تبدي مقاومة كبيرة على تغير حالتها الحركية (علاقة القصور الذاتي بكتلة الجسم) فالقصور الذاتي يعتمد على كتلة الجسم.

2. يندفع الراكب على حصان الى امام (عندما يتوقف الحصان بصورة مفاجئة) ما تفسير ذلك؟

الجواب لأن جسم الراكب يمتلك استمرارية على الحركية ولا تؤثر فيه قوة خارجية تعمل على إيقافه لذا فانه يقاوم التغير الحاصل في سرعته (في حالته الحركية) فالراكب يحاول البقاء على حالته الحركية قبل ان يتوقف الحصان.

القانون الثاني لنيوتن

وينص على:- ((محصلة القوى المؤثرة على الجسم لا تساوي صفر حيث يكون الجسم في حالة حركة بتعجيل معين))

س ما الصيغة الرياضية لقانون نيوتن الثاني ؟

الجواب ان حاصل ضرب كتلة الجسم (m) في تعجيله (a) يساوي القوة ويعطى بالعلاقة الاتية :-



$$\sum \vec{F} = m\vec{a}$$



حيث ان :
(F) القوة المؤثرة في الجسم وتقاس بوحدة نيوتن (N)
(m) كتلة الجسم وتقاس بوحدة (kg)
(a) تعجيل الجسم ويقاس بوحدة (m/s^2)





نشاط (1) / كتاب ص(56) / العلاقة بين تعجيل الجسم ومقدار القوة المؤثرة فيه بثبوت الكتلة

س اشرح نشاط توضح فيه العلاقة بين تعجيل الجسم ومقدار القوة المؤثرة فيه بثبوت الكتلة؟

الجواب ادوات النشاط (قبان حلزوني - قرص معدني - سطح افقي املس)

خطوات النشاط

(a) التعجيل يساوي (a)

(b) التعجيل يساوي (2a)

(c) التعجيل يساوي $\left(\frac{1}{2}a\right)$

1. ثبت احد طرفي القبان بحافة القرص وامسك طرفه الاخر بيدك.
2. اسحب القرص بقوة افقية مقدارها $\vec{F}_1$ تجد ان القرص يتحرك على السطح الافقي بتعجيل مقداره $(\vec{a})$ كما موضح في الشكل (a).
3. اسحب القرص بقوة افقية اكبر على فرض ان محصلة القوى $\sum F = (2\vec{F}_1)$ تجد ان القرص يتحرك على السطح الافقي بتعجيل اكبر يفترض انه $(2\vec{a})$ اي يتضاعف تعجيل الجسم عند مضاعفة صافي القوة المؤثرة في الجسم كما موضح في الشكل (b).
4. اسحب القرص بقوة افقية أصغر على فرض $\sum F = \left(\frac{1}{2}F_1\right)$ كما موضح في الشكل (c) تجد ان القرص يتحرك على السطح الأفقي بتعجيل أصغر يفترض انه $\left(\frac{1}{2}\vec{a}\right)$.

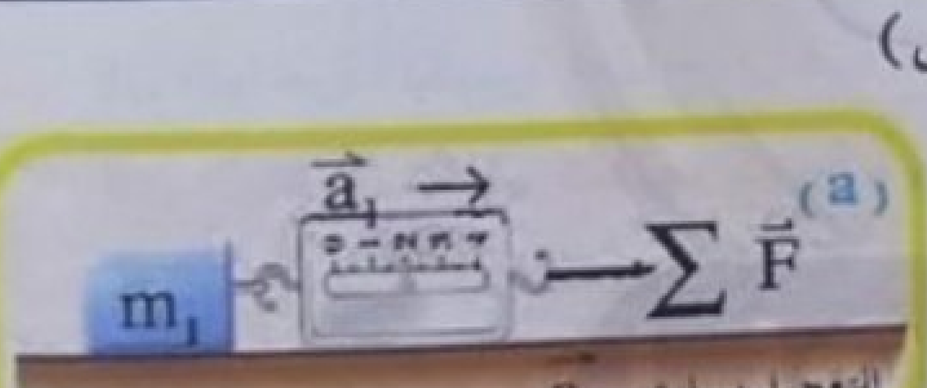
الاستنتاج أن تعجيل الجسم يتناسب طردياً مع صافي محصلة القوى المؤثرة في الجسم ويتجه دوماً باتجاهها اي ان $\vec{a}\ \alpha \sum\vec{F}$ بثبوت كتلة الجسم.

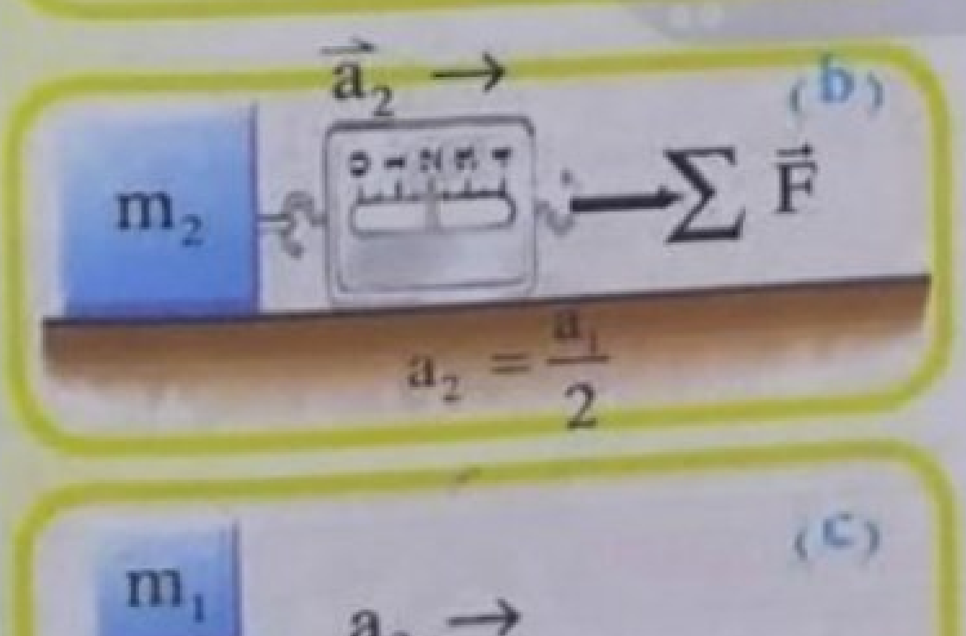
نشاط (2) / كتاب (57) / العلاقة بين تعجيل الجسم وكتلته بثبوت القوة

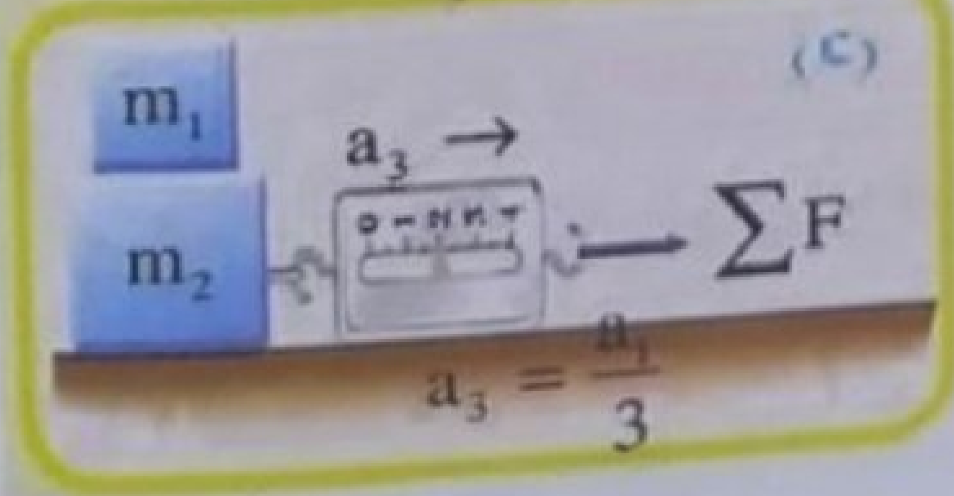
س اشرح نشاط توضح فيه العلاقة بين تعجيل الجسم وكتلته بثبوت القوة ؟

الجواب ادوات النشاط (قبان حلزوني، قرص معدني ، سطح افقي املس)

خطوات النشاط







1. ضع مكعب الثلج (كتلته m_1) على سطح الافقي الاملس.
2. ثبت احد طرفي القبان بالمكعب وامسك طرفه الاخر بيدك.
3. اسحب المكعب الاول بقوة افقية مقدارها $(\sum\vec{F})$ تجد ان المكعب يتحرك بتعجيل معين $(\vec{a}_1)$ كما موضح في الشكل (a).
4. ضع المكعب الثاني من الثلج الذي كتلته m_2 وهي ضعف كتلة المكعب الأول على السطح الأفقي الأملس.
5. أسحب المكعب الثاني والذي كتلته $(m_2 = 2m_2)$ بالقوة الأفقية نفسها المسلطة على المكعب الأول $(\sum\vec{F})$ كما موضح في الشكل (b) تجد أن المكعب سيتحرك بتعجيل يساوي $(\vec{a}_2)$ يفترض أنه يساوي نصف مقدار التعجيل $\vec{a}_2 = \frac{1}{2}\vec{a}_1$
6. ضع المكعب الأول ذو الكتلة (m_1) فوق المكعب الثاني ذو الكتلة (m_2) كما موضح في الشكل (c).
7. اسحب المجموعة بالقوة الافقية نفسها المسلطة على المكعب الاول $(\sum\vec{F})$ تجد ان المجموعة ستتحرك بتعجيل يساوي $(\vec{a}_3)$ مقداره يفترض انه يساوي $(\vec{a}_3 = \frac{1}{3}\vec{a}_1)$.

الاستنتاج ان الجسم يتناسب عكسياً مع كتلة الجسم بثبوت صافي القوة المؤثرة اي ان

ملخص النشاطين (مهم جدا)

ان حاصل ضرب كتلة الجسم (m) في تعجيله $(\vec{a})$ يساوي القوة ويعطى بالعلاقة الاتية:- $\sum\vec{F} = m\vec{a}$

❶ أن تعجيل الجسم يتناسب طردياً مع صافي محصلة القوى المؤثرة في الجسم ويتجه دوماً باتجاهها اي ان $(\vec{a}\ \alpha \sum\vec{F})$ بثبوت كتلة الجسم.

❷ ان الجسم يتناسب عكسياً مع كتلة الجسم بثبوت صافي القوة المؤثرة اي ان:- $(a\ \alpha \frac{1}{m})$

س ما المقصود بالنيوتن؟

الجواب هي القوة التي أثرت في كتلة $(1kg)$ لاكتسابها تعجيلاً مقداره $(1m/s^2)$ أي أن $(\sum F = 1N)$

الوزن و الكتلة

من الواقع لدينا أن جميع الأجسام على سطح الأرض تتأثر بقوة جذب نحو مركز الأرض فالقوة التي تؤثر بها الأرض على الاجسام هي قوة الجاذبية ويرمز لها (F_g) وأن مقدار قوة الجاذبية الأرضية المؤثرة في الجسم تسمى وزن الجسم ويرمز لها بالرمز (W) حيث أن الوزن $(\vec{W})$ كمية $(\vec{w} = m\vec{g})$ متجهة لأن التعجيل الارضي كمية متجهة. وطبقاً لقانون نيوتن الثاني فأن:-

$$\vec{F} = m\vec{a}$$
$$\vec{w} = m\vec{g}$$

وبذلك فأن $(\vec{a} = \vec{g})$ ولجميع الأجسام الساقطة سقوطاً حراً تسقط بتعجيل الجاذبية الارضية $(\vec{g})$ ويتجه نحو مركز الارض (فلذلك توضع اشارة سالبة دائما أمام مقداره).

س ما المقصود بقانون الجذب العام لنيوتن؟ مع ذكر العلاقة الرياضية؟

الجواب ((كل كتلتين في الكون تجذب احدهما الأخرى بقوة تتناسب طردياً مع حاصل ضرب الكتلتين وعكسياً مع مربع البعد المركزي الكلتين)) ويعطى بالعلاقة الآتية:

$$\sum\vec{F} \propto \frac{m_1 m_2}{d^2}$$
$$\sum\vec{F} = G\frac{m_1 m_2}{d^2}$$

حيث أن:-

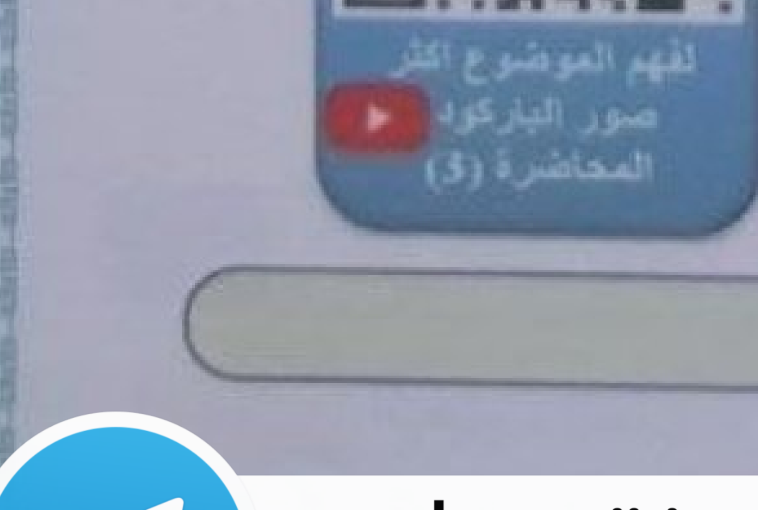
$(\sum\vec{F})$ تمثل صافي القوة وهي قوة الجاذبية الأرضية وتقاس بوحدة (N) نيوتن.

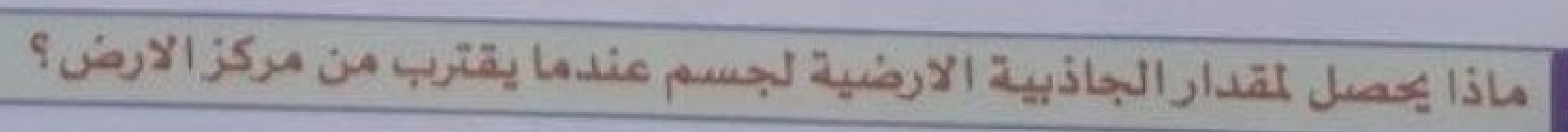
(G) ثابت الجذب العام ومقداره $(6.67 \times 10^{-11}\frac{N.m^2}{(kg)^2})$

(m_1) كتلة الجسم الاولى وتقاس بوحدة (kg)

(m_2) كتلة الجسم الثاني وتقاس بوحدة (kg)

(d) البعد بين مركزي الكتلتين ويقاس بوحدة (m)





س ماذا يحصل لمقدار الجاذبية الارضية لجسم عندما يقترب من مركز الارض؟

الجواب يزداد مقدار الجاذبية الارضية لأي جسم عندما يقترب من مركز الأرض.



حلول اسئلة فكر ص(59) كتاب

س أفرض أنك تمتلك قطعة من الذهب وزنها (1N) وانت على سطح الارض ويمتلك رائد الفضاء أيضا قطعة من الذهب وزنها (1N) وهو على سطح القمر هل أنت ورائد الفضاء تمتلكان الكتلة نفسها من الذهب؟ واي منكما يملك ذهباً اكبر كتلة؟

الجواب رائد الفضاء يمتلك كتلة اكبر من الذهب وذلك لأن قوة جاذبية القمر أقل من قوة جاذبية الأرض.



القانون الثالث لنيوتن

وينص على:- ((لكل قوة فعل هناك قوة رد فعل تساويها بالمقدار وتعاكسها بالاتجاه))

نلاحظ من الشكل ان المطرقة تؤثر بقوة $(\vec{F}_{12})$ على المسمار التي تمثل قوة الفعل ، فيكون رد فعل المسمار على المطرقة $(\vec{F}_{21})$ حيث ان:

$(\vec{F}_{12})$ تسمى بقوة الفعل

$(\vec{F}_{21})$ تسمى بقوة رد الفعل



س ما هي خصائص قوة الفعل ورد الفعل؟

الجواب ❶ متساويان بالمقدار ومتعاكسان بالاتجاه. ❷ تؤثران في جسمين مختلفان.
❸ تقعان على خط فعل مشترك.



س من خلال الشكل الآتي نجد قوتي الفعل ورد الفعل؟

الجواب قدم الشخص تدفع الارض بقوة لها مركبة أفقية تتجه نحو الخلف (تمثل قوة الفعل) وفي الوقت نفسه فأن الأرض تدفع قدم الشخص بقوة لها مركبة افقية تتجه الى الأمام وهذه المركبة تتسبب في حركة الشخص (وهي قوة رد الفعل).



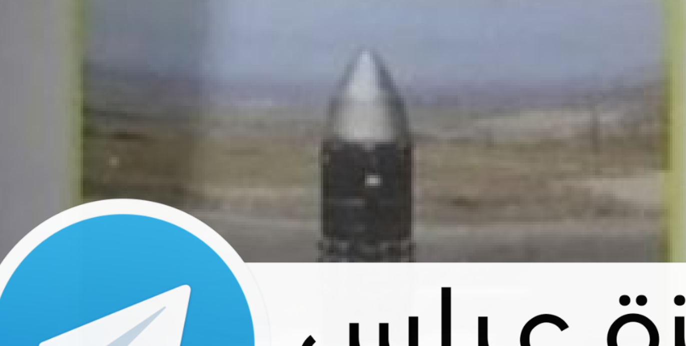
س من خلال الشكل الآتي جد قوتي الفعل ورد الفعل؟

الجواب أن الجالسون في القارب يدفعون الماء بقوة الى الخلف بواسطة المجذاف (وهي قوة الفعل) وفي الوقت نفسه فأن الماء يدفع المجذاف بقوة الى الأمام (وهي قوة رد الفعل) لذا يندفع القارب الى الأمام .



س من خلال الشكل الآتي حدد قوتي الفعل ورد الفعل ؟

الجواب السابح عندما يقفز على لوحة القفز لكي يغطس في الماء نجد أن السابح يدفع اللوحة بقوة الى الأسفل (تسمى بقوة الفعل) فنجد أن لوحة القفز ترتد عكسياً في الوقت نفسه فتدفع السابح بقوة نحو الأعلى (تسمى قوة رد الفعل).



س من خلال الشكل الآتي حدد قوتي الفعل ورد الفعل؟

الجواب أنبعاث الغازات الخارجة من مؤخرته (تمثل قوة الفعل) وأن اندفاع الصاروخ الى الاعلى (تمثل قوة رد الفعل).





حلول اسئلة فكر / ص (61) / كتاب

س نعرف جميعاً أن الارض تجذب القمر نحوها هل يجذب القمر الارض نحوه ؟ واذا كان جوابك بنعم فأيهما أكبر قوة جذب ؟ أم هما متساويتان؟ وضح ذلك

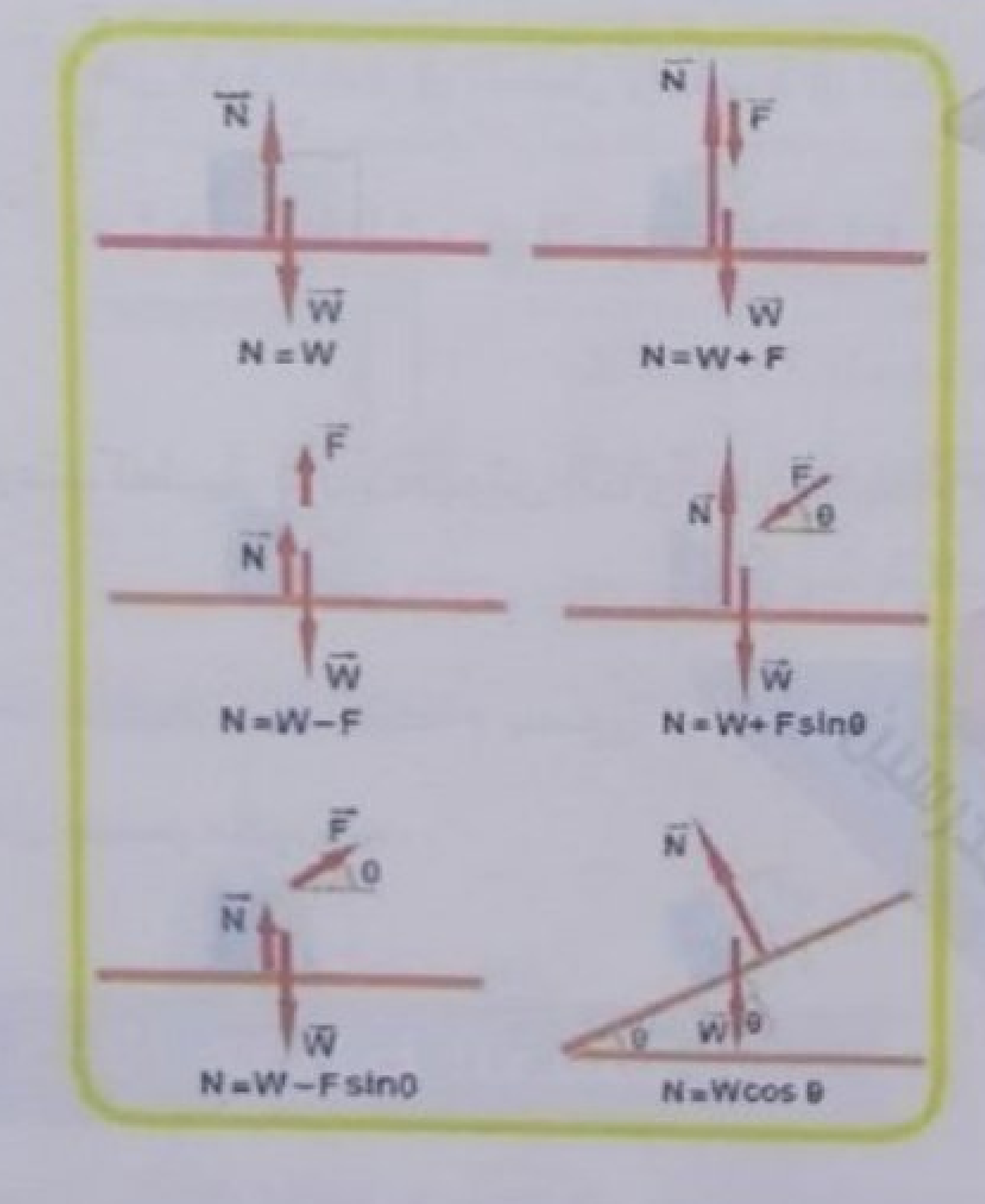
الجواب نعم.....القمر يجذب الارض نحوه وتكون القوتان متساويتان في المقدار (قوة جذب الارض للقمر يساوي قوة جذب القمر للأرض) نفرض أن الارض هي الجسم الاول والقمر هو الجسم الثاني فأن: $\vec{F}_{12} = \vec{F}_{21}$

تطبيقات عن قوانين نيوتن في الحركة

عندما يتحرك جسم ما بتعجيل منتظم $(\vec{a})$ نتيجة لتأثير قوة ثابتة $(\vec{F})$ لا نتطرق الى الظروف التي يكون فيها تعجيل الجسم (النظام) يساوي صفرا لأنها تعني حالة أتزان سندرسها في الفصل القادم لندرس الان القوى الأساس المؤثرة في جسم أو نظام وهي كالاتي : $\vec{F}_{12} = \vec{F}_{21}$

a القوة العمودية

بالاعتماد على القانون الثالث لنيوتن عندما يوضع جسم على سطح فأن ذلك السطح سيؤثر بقوة على الجسم الموضوع عليه كما موضوح في الشكل الاتي (في حالة الجسم الساكن أو المتحرك على السطح) وتسمى هذه القوة التي يؤثر بها السطح على الجسم بالقوة العمودية ويرمز لها بالرمز $(\vec{N})$.

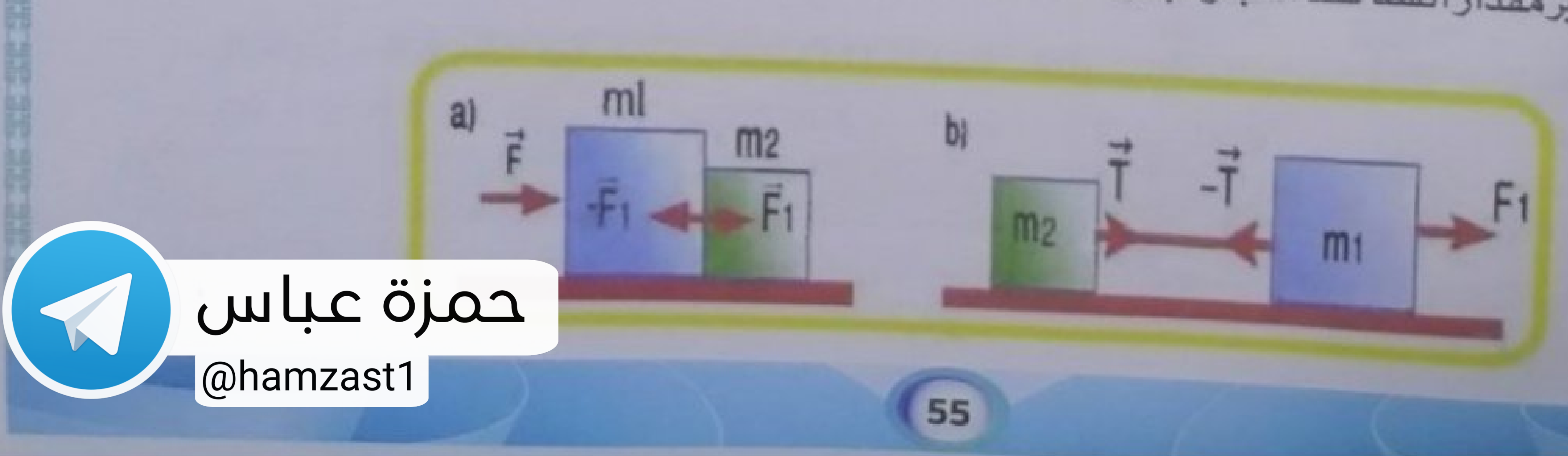


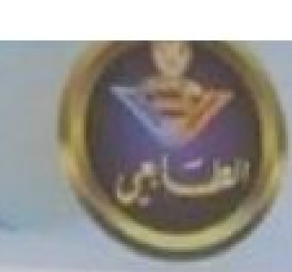
س ماهي مميزات القوة العمودية؟

الجواب
1. عمودية دائما على السطح وتتجه بعيداً عن السطح.
2. هي قوة رد فعل السطح على الجسم ومقدارها يساوي مقدار القوة المحصلة المؤثرة عمودياً على السطح باتجاه معاكس لتلك المحصلة.

b قوة الشد

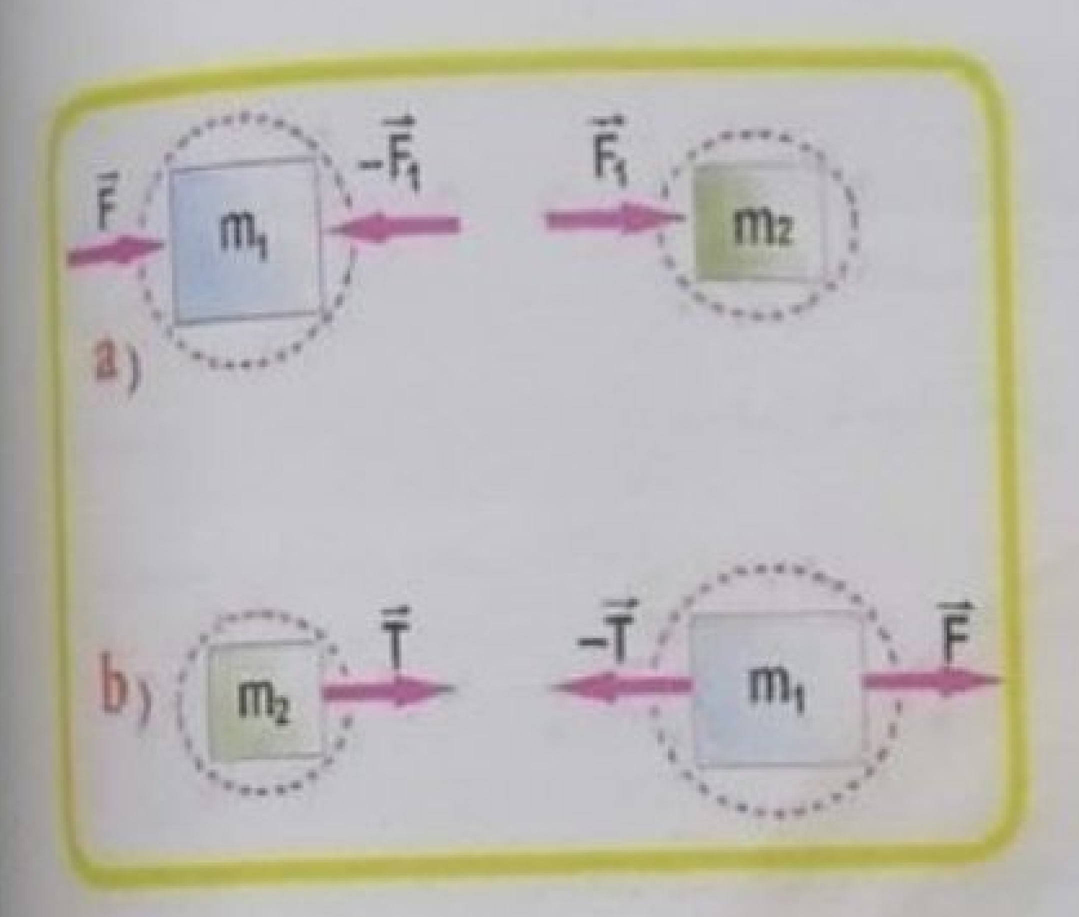
عند سحب الجسم بحبل سيؤثر بقوة تسمى قوة الشد (القوة التي يؤثر بها الحبل في الجسم) كما موضح في الشكل ادناه وتسمى هذه القوة بقوة الشد ويرمز لها بالرمز $(\vec{T})$ وفي اغلب التمارين نفرض أن الحبل او الخيط أو السلك مهمل الوزن وعديم الاحتكاك لذا تكون قوة الشد فيه وهي نفسها في نقاط الحبل . ويمكن تغير اتجاه قوة الشد باستعمال البكرات وفي هذه الحالة لا يتغير مقدار الشد عند اعتبار البكرات المستعملة مهملة الوزن وعديمة الاحتكاك .





القوى الخارجة والقوى الداخلة

عندما نعتبر النظام (مجموعة الاجسام) معزولاً فان القوة المؤثرة فيه تدعى بالقوى الخارجية $(\vec{F}_{ext})$ كما موضح في الشكل حيث يتضح لدينا أن السطح افقي املس (عديم الاحتكاك) لذا لا تظهر فيه قوة احتكاك وتكون محصلة القوة الشاقولية يساوي صفراً لأن $(N = W)$ وعندئذ تكون القوة $(\vec{F})$ وهي القوة الخارجة الوحيدة المؤثرة في النظام أما القوى الداخلية وهي عادة توجد بشكل قوى مزدوجة مثل القوى $(-\vec{T},\vec{T},-\vec{F},\vec{F})$ الموضحة في الشكل اعلاه حيث أن:



$(\vec{F})$ هي القوة الخارجية المؤثرة في النظام.

$(-\vec{F})$ هي القوى التي تؤثر بها الكتلة (m_1) على الكتلة (m_2).

$(\vec{F}_1)$ هي القوى التي تؤثر بها الكتلة (m_2) على الكتلة (m_1)

$(\vec{T})$ هي قوة الشد في الحبل والمؤثرة في الكتلة (m_2).

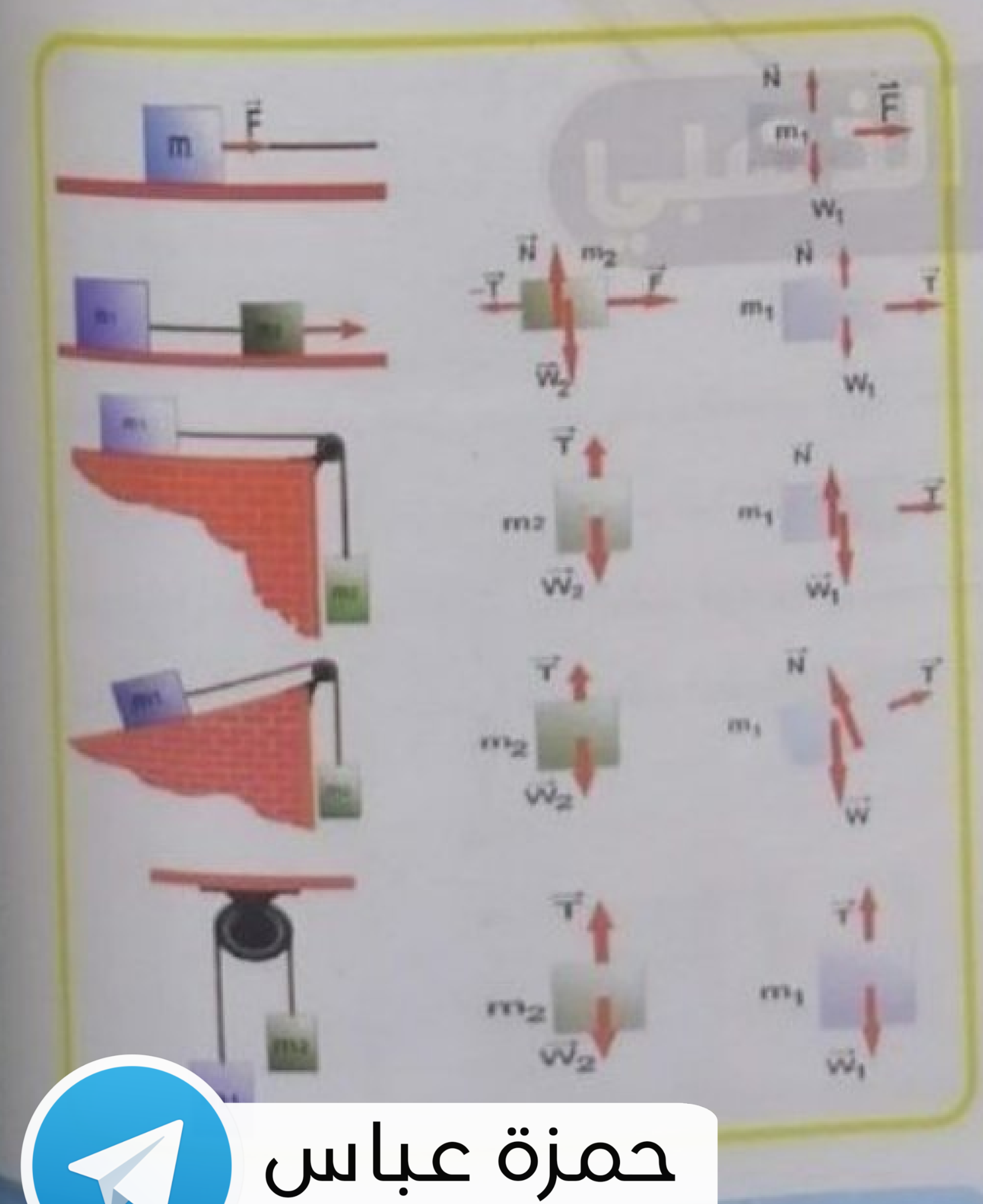
$(-\vec{T})$ هي قوة الشد في الحبل والمؤثرة في الكتلة (m_1).

وعند تطبيق قانون نيوتن الثاني على النظام كله فأن:-

(القوى الخارجة فقط تؤخذ في الحساب من غير الاعتماد على القوى الداخلية).

اما عندما نأخذ النظام بصورة مجزئة الى مكوناته فأن القوى الداخلية التي كانت تؤثر فيه. تعد قوى خارجية مؤثرة في كل جسم مكون له.

(3-5) مخطط الجسم الحر

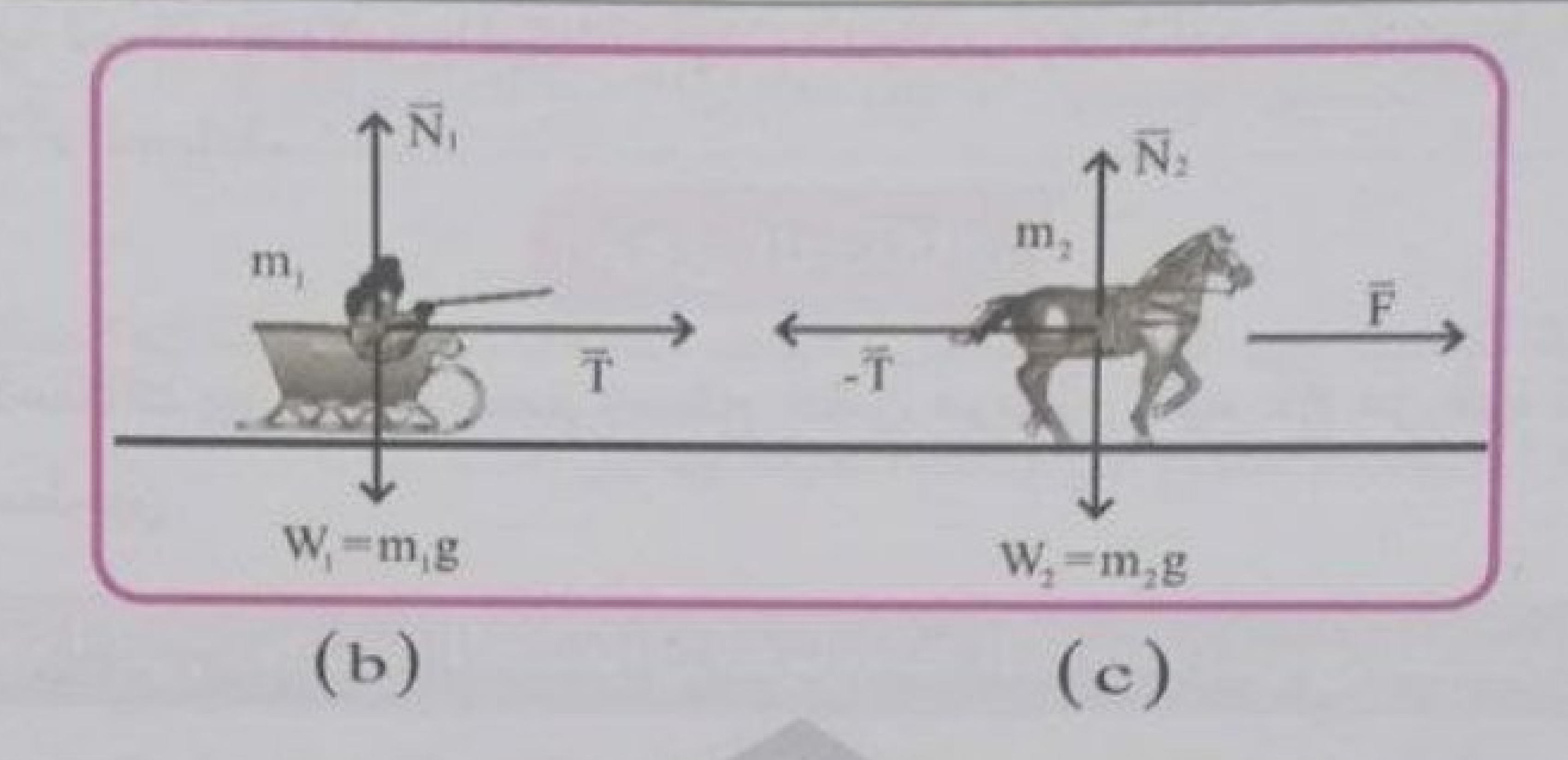


عند حل التمارين في علم الحركة يكون من مهم ان نحلل القوى المؤثرة في الجسم او في النظام بصورة صحيحة لذا يعزل الجسم (الساكن أو المتحرك) عن محيطة ثم توضع كل قوة من القوى المؤثرة فيه وتسمى هذه (الطريقة بمخطط الجسم الحر).

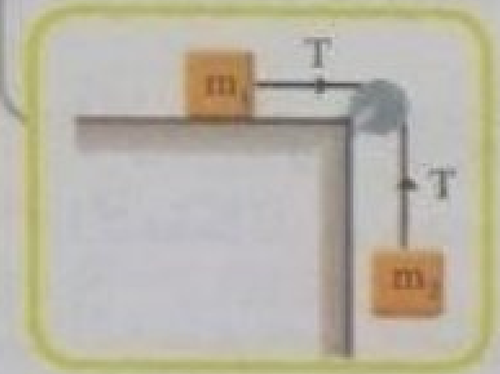
وفيما يأتي أشكال للقوى المطبقة على الأجسام كما موضح في الشكل.

حلول اسئلة فكر / ص (64) / كتاب

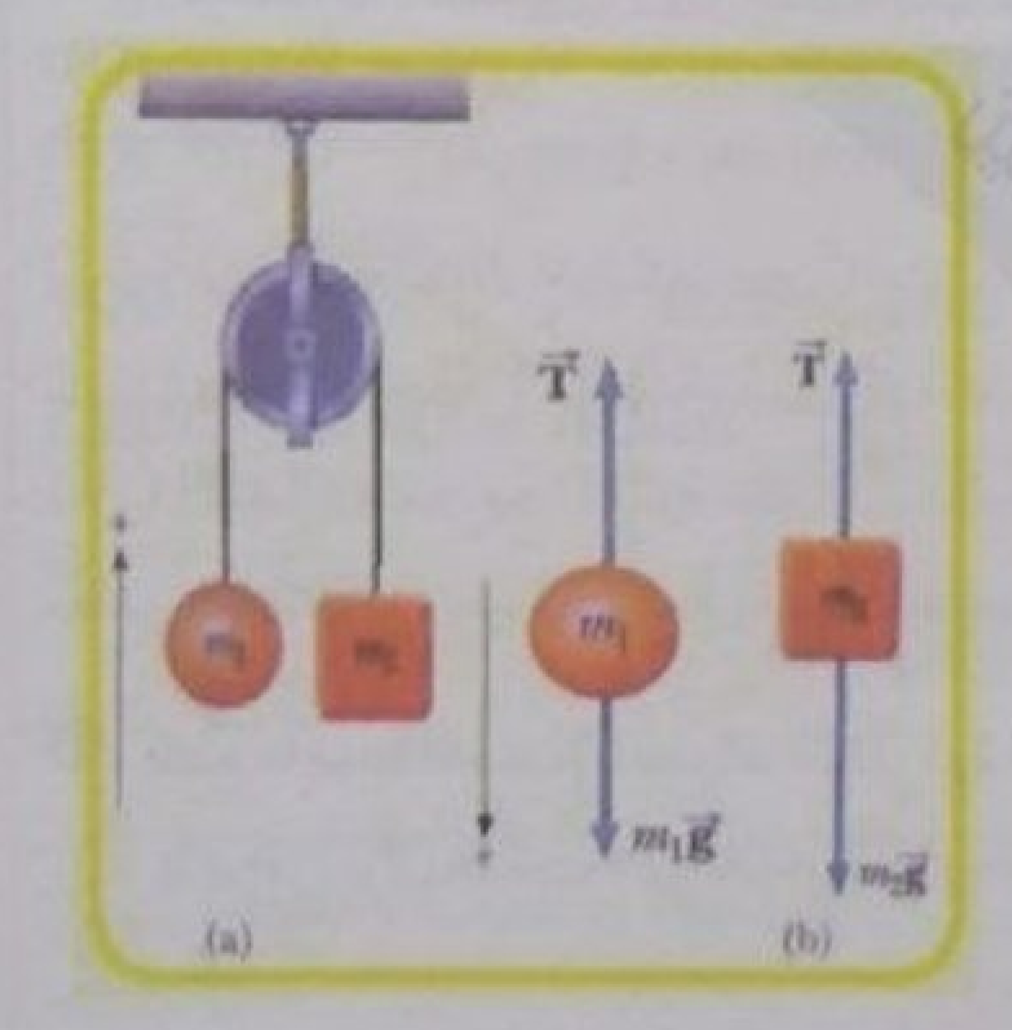
س في الشكل الآتي حصان يسحب زلاجة على الجليد بقوة أفقية مسببا تعجيل الزلاجة كما موضح على الشكل (b) القوى المؤثرة في الزلاجة كما موضح على الشكل (c) القوى المؤثرة في الحصان.



مثال(1)/ ص(65) كتاب جسمان كتلة أحدهما (2kg) وكتلة الاخر (3kg) معلقين بطرفي حبل خفيف فوق بكرة مهملة الوزن والاحتكاك كما موضح في الشكل احسب مقدار تعجيل الجسمين والشد في الحبل افرض ان $(g = 10\frac{m}{s^2})$



الحل الشكل (a) جسمان موصولان بواسطة حبل خفيف يمر فوق بكرة مهملة الاحتكاك.
الشكل (b) الشكل التخطيطي للجسمين $(m_1 \ , \ m_1)$ وتكون قوة الشد في الحبل على جانبي البكرة متساوية لأن البكرة مهملة الوزن والاحتكاك)



1. صافي القوة المؤثرة في الجسم الصاعد هي (2kg) هي:-

$$\sum \vec{F} = m_1\vec{a}$$

$$T - m_1 g = m_1 a \quad \Rightarrow \quad T = 2 \times 10 + 2 \times a$$

$$T = 20 + 2a \quad ...(1)$$

2. صافي القوة المؤثرة في الجسم النازل هي (3kg)هي:-

$$\sum \vec{F} = m_2\vec{a}$$

$$m_2 g - T = m_2 a \quad \Rightarrow \quad 3g - T = 3a$$

$$T = 3g - 3a \quad \Rightarrow \quad T = 3 \times 10 - 3a$$

$$T = 30 - 3a \quad ...(2)$$

وبمساواة معادلة (1) مع معادلة (2) نحصل على:-

$$20 + 2a = 30 - 3a \quad \Rightarrow \quad 3a + 2a = 30 - 20 \quad \Rightarrow \quad 5a = 10 \quad \Rightarrow \quad a = 2\frac{m}{s^2}$$

نعوض عن $(\vec{a} = 2m/s^2)$ في احدى المعادلتين ولتكن المعادلة (1) لحساب مقدار قوة الشد في الحبل وكالاتي:

$$T = 20 + 2 \times 2 \quad \Rightarrow \quad T = 20 + 4 \quad \Rightarrow \quad T = 24N$$

س في المثال السابق ماذا تتوقع لو كانت $(m_1 = m_2)$؟

الجواب عندما تكون $(m_1 = m_2)$ عندها فأن التعجيل يساوي صفر (a =0) أي ان الجسمين في حالة اتزان وبذلك فأن:- $T = m_1 g = m_2 g$

الأحتكاك

عندما يتحرك جسم على سطح او خلال وسط لزج كالهواء او الماء ، توجد عندئذ مقاومة للحركة نتيجة تفاعل الجسم مع محيطه وتدعى هذه المقاومة (بقوة الاحتكاك). وهي مهمة جدا في حياتنا اليومية فهي تسمح لنا بالمشي او الركض كما انها ضرورية لحركة الدولاب والمركبات ذوات الدواليب وقد تكون ضارة كما في الاحتكاك الذي يظهر بين العجلة والمحور للدراجة او السيارة.

قوى الأحتكاك

ان سبب ظهور قوة الأحتكاك بين سطح جسم وسطح خشن موضوع عليه ناتج من قوة تلامس بينهما ينتج عنه تداخل النتوأت بين السطحين.

ملاحظات مهمة جدا في تطبيق المسائل الرياضية الخاصة بقوى الاحتكاك

1. أتجاه قوة الاحتكاك مماسياً للسطحين ومعاكساً لأتجاه الحركة .
2. القوة الضاغطة بين السطحين تمثل القوة العمودية على السطح ويرمز لها $(\vec{N})$.
3. أن قوة الأحتكاك تظهر حتى لو كان الجسم في حالة سكون فاذا أثرت محصلة قوى في جسم ولم تستطيع تحريكه فلا بد من وجود قوة أحتكاك تمنع الجسم من الحركة حيث ان الجسم لايزال في حالة سكون فأننا نسمي قوة الأحتكاك في هذه الحالة (قوة الأحتكاك السكوني) ونرمز لها بالرمز $(\vec{f}_S)$ ويزداد مقدارها بزيادة القوة المؤثرة في الجسم حتى يصل مقدارها الأعظم حينما يوشك الجسم على الحركة وقد وجد تجريبياً أن المقدار الأعظم لقوة الاحتكاك السكوني (f_s) تتناسب مع القوة العمودية $(\vec{N})$ حسب العلاقة الآتية :-

$$\vec{f}_s = \mu_S \vec{N}$$

حيث أن :-

$(\vec{f}_s)$ قوة الاحتكاك السكوني ويقاس بوحدة (N).

(μ_S) معامل أحتكاك السكوني ويكون بدون وحدات ومقداره دائما أقل من (1).

$(\vec{N})$ القوة العمودية المؤثرة على الجسم من السطح ويقاس بوحدة (N) نيوتن.

تطبق العلاقة الاخيرة عندما يكون الجسم على وشك الحركة حيث تكون قوة الاحتكاك السكوني اكبرما يمكن.

4. عندما يبدأ الجسم بالحركة فتقل قوة الاحتكاك بشكل كبيروتسمى حينها قوة الاحتكاك الانزلاقي (الحركي) ويرمز لها بالرمز $(\vec{f}_k)$ وتكون قوة ثابتة ضمن حدود السرع الصغيرة وتتناسب طردياً مع القوة العمودية حسب العلاقة الآتية:

$$\vec{f}_k = \mu_k \vec{N}$$

حيث أن :-

$(\vec{f}_k)$ قوة الاحتكاك الانزلاقي (الحركي) ويقاس بوحدة النيوتن (N).

(μ_k) معامل الاحتكاك الانزلاقي (الحركي) ويكون بدون وحدات دائما وتكون اقل من (1).

$(\vec{N})$ القوة العمودية المؤثرة على الجسم ومن السطح ويقاس بوحدة (N) نيوتن.

وتطبق هذه العلاقة عندما يكون الجسم في حالة حركة.

س على ماذا يعتمد معامل الاحتكاك الشروعي (الحركي) والسكوني ؟

الجواب يعتمد على طبيعية الجسمين المتلامسين ولا يعتمد على مساحة الس







مثال (2)/ ص67 (كتاب)

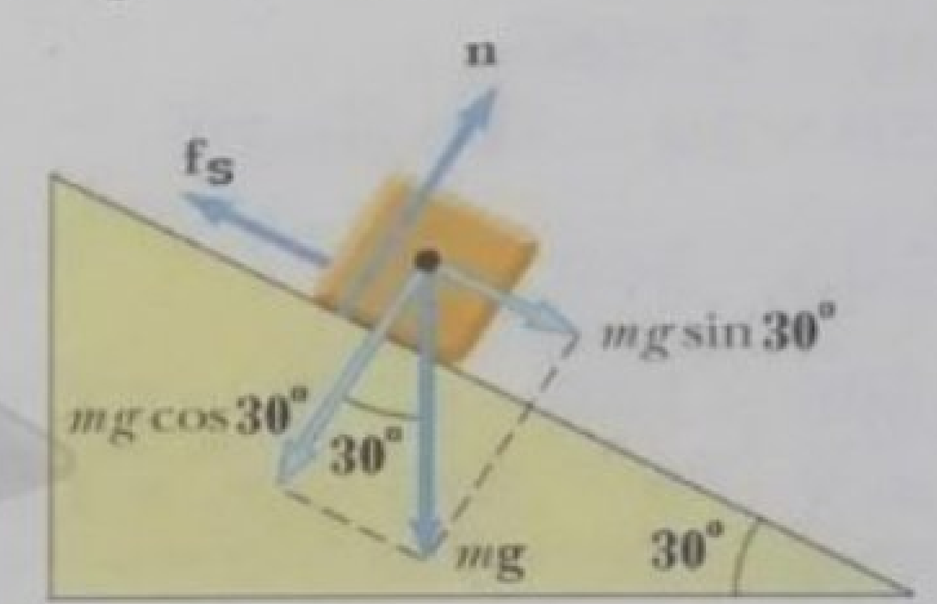
وضع صندوق كتلته (400 Kg) على سطح افقي مائل خشن ، مَسك السطح من احد طرفيه وجعل يميل عن الافق ثم زيد ميله تدريجيا عن المستوى الافقي وعندما صارت زاوية ميل السطح 30° فوق الافق كان الصندوق على وشك الانزلاق احسب :

1. قوة الاحتكاك السكوني حينما يوشك الصندوق على الحركة.
2. تعجيل الصندوق اذا كان معامل الاحتكاك الانزلاقي $\mu_k = 0.1$.



الحل

1. نرسم مخطط لحركة الجسم على السطح المائل ونحسب منه مقدار قوة الاحتكاك السكوني بأخذ محصلة القوى على محور (x) والجسم اصبح على وشك الحركة وكالاتي:-



$$\sum \overrightarrow{F_x} = 0$$
$$f_s - m\,g\,sin30^\circ = 0$$
$$f_s = m\,g\,sin30^\circ$$
$$f_s = 400 \times 10 \times 0.5 \quad \Rightarrow \quad f_s = 2000N$$

2. المطلوب حساب التعجيل $(\vec{a})$ عندما يكون الجسم في حالة حركة فيطبق عليه قانون نيوتن الثاني وكالاتي:-

$$\sum \vec{F} = m\vec{a}$$
$$mg \sin\theta - \vec{f}_k = ma$$
$$mg \sin\theta - \mu_S \vec{N} = m\vec{a}$$
$$mg \sin\theta - \mu_S mg \cos\theta = m\vec{a}$$
$$400 \times 10 \times 0.5 - 0.1 \times 400 \times 10 \times \frac{\sqrt{3}}{2} = 400a$$
$$2000 - 340 = 400a$$
$$a = \frac{1660}{400}$$
$$a = 4.15 \frac{m}{s^2}$$

مثال (2)/ ص68 (كتاب)

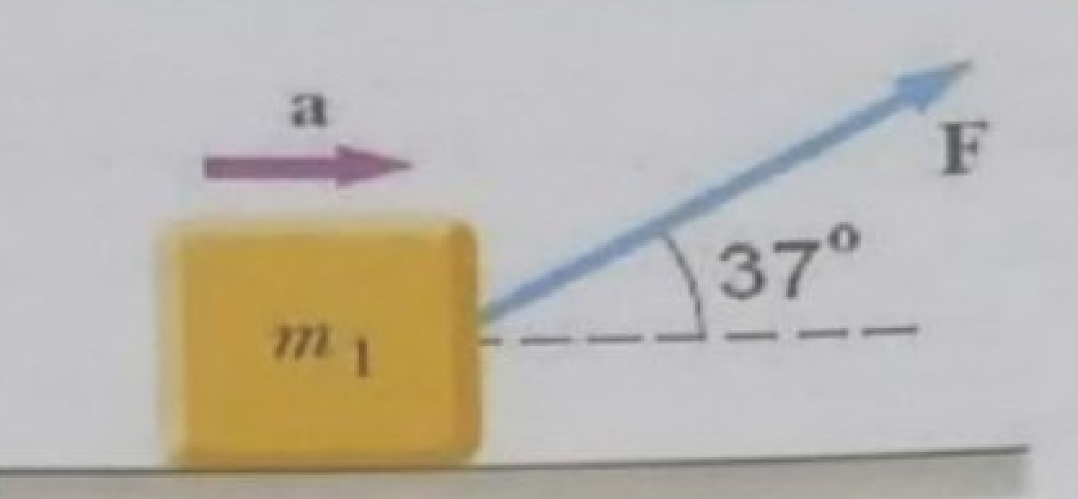
وضع جسم كتلته (150kg) على سطح افقي أثرت فيه قوة ساحبة (300N) تعمل زاوية 37° فوق الافق جعلته على وشك الحركة احسب:-

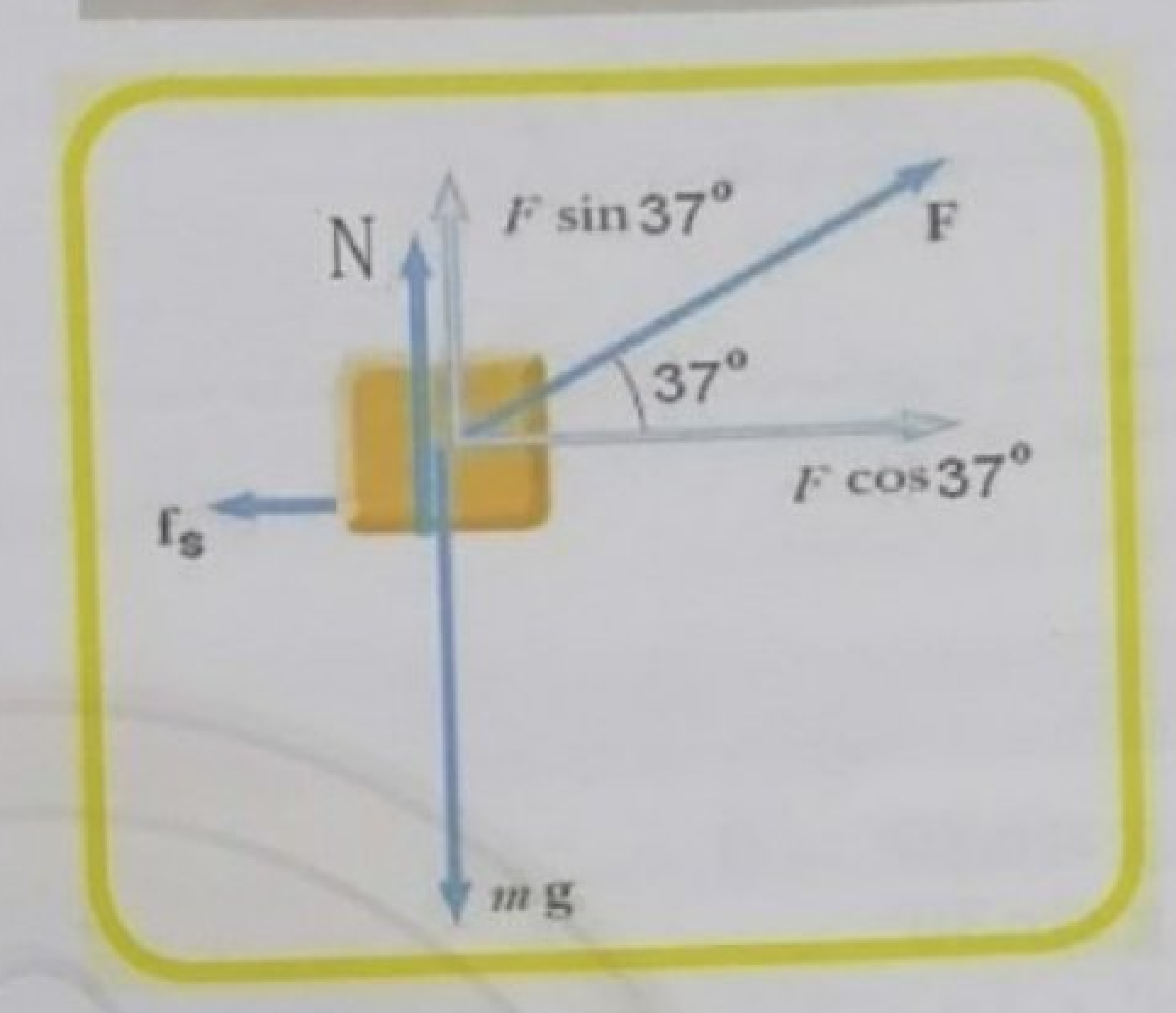
1. معامل الاحتكاك السكوني بين الجسم والسطح الافقي.
2. تعجيل الجسم لو تضاعفت القوة المؤثرة فيه ومعامل الاحتكاك الانزلاقي (الحركي) يكون مقداره $\mu_k = 0.1$.

الحل

1. لحساب مقدار معامل الاحتكاك السكوني (μ_s) بين الجسم والسطح الافقي يجب اولا حساب مقدار قوة الاحتكاك السكوني (f_s) وقوة رد فعل السطح نحو الاعلى (N) وكالاتي عندما يكون الجسم على وشك الحركة تكون قوة الاحتكاك السكوني تعادل المركبة الافقية للقوة:-







$\sum F_x = 0$
$f_s - F_x = 0$
$f_s = F_x$
$f_s = F\cos\theta$
$f_s = 300 \times \frac{4}{5} \Rightarrow f_s = 240N$

$\sum F_y = 0$
$N + F_y - W = 0$
$N = W - F_y$
$N = mg - F\sin\theta$
$N = 150 \times 10 - 300 \sin 37$
$N = 1500 - 300 \times \frac{3}{5}$
$N = 1500 - 180 \Rightarrow N = 1320N$
$f_s = \mu_s N \Rightarrow 240 = \mu_s \times 1320$
$\mu_s = 0.18$

❷ عندما تتضاعف القوة فأن:- $(F = 2 \times 300 \Rightarrow F = 600N)$ فتكون مركبتها الافقية تساوي

$F_x = F\cos 37° = 600 \times 0.8 = 480N$

ومركبتها الشاقولية تساوي

$F_y = F\sin 37° = 600 \times 0.6 = 360N$

بما ان :

$\sum F_y = 0$
$N + F_y - W = 0$
$N = W - F_y$
$N = mg - F\sin\theta$
$N = 150 \times 10 - 600 \sin 37$
$N = 1500 - 600 \times \frac{3}{5}$
$N = 1500 - 360 \Rightarrow N = 1140N$

نحسب قوة الاحتكاك الانزلاقي (الحركي)

$f_k = \mu_k N \Rightarrow f_k = 0.1 \times 1140 \Rightarrow f_k = 114N$

وطبقا للقانون الثاني لنيوتن فان:-

$\sum F_x = ma$

$F\cos 37° - f_k = ma$

$480 - 114 = 150a$

$366 = 150a \Rightarrow a = \frac{2.44m}{s^2}$







حلول أسئلة الفصل الثالث

س1 أختر العبارة الصحيحة لكل من العبارات التالية :-

① أثرت محصلة قوى خارجية في جسم فحركته من السكون ، فاذا كان مقدار واتجاه تلك المحصلة معلوما وكتلته معلومة عندها يمكن تطبيق القانون الثاني لنيوتن لأيجاد:-

(a) وزن الجسم.
(b) انطلاق الجسم.
(c) ازاحة الجسم.
(d) تعجيل الجسم.

الجواب الاختيار الصحيح فرع (d)

② عندما يسحب حصان عربة فان القوة التي تتسبب في حركة الحصان الى الامام هي:-

(a) القوة التي تسحب العربة .
(b) القوة التي تؤثر فيها العربة على الحصان.
(c) القوة التي يؤثر فيها الحصان على الارض.
(d) القوة التي تؤثر فيها الارض على الحصان.

الجواب الاختيار الصحيح فرع (d)

③ قوة الاحتكاك بين سطحين متماسين لا تعتمد على:-

(a) القوة الضاغطة عموديا على السطحين المتماسين .
(b) مساحة السطحين المتماسين .
(c) الحركة النسبية بين السطحين المتماسين .
(d) وجود زيت بين السطحين أو عدم وجوده .

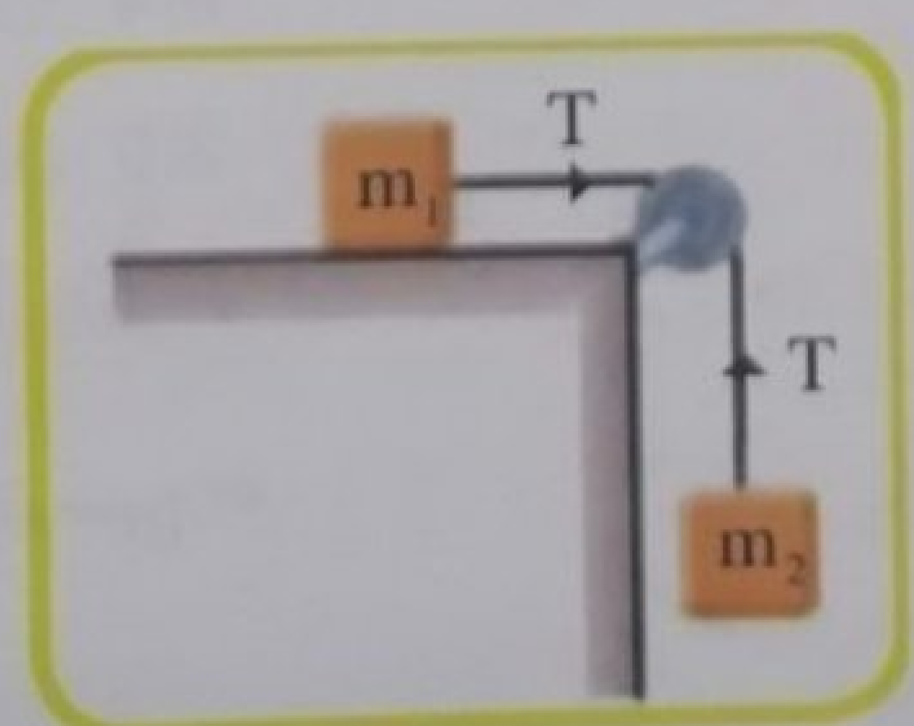
الجواب الاختيار الصحيح فرع (b)

④ اذا اردت ان تمشي على ارض جليدية من غير انزلاق فمن الافضل ان تكون حركتك:-

(a) بخطوات طويلة .
(b) بخطوات قصيرة.
(c) على مسار دائري.
(d) على مسار متموج افقيا.

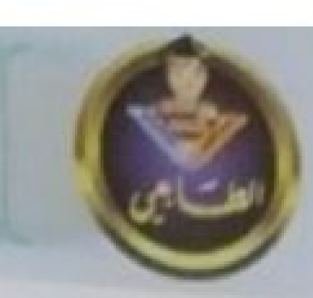
الجواب الاختيار الصحيح فرع (b)

⑤ الكتلتان (m_1, m_2) مربوطتان بسلك مهمل الوزن كما في الشكل المجاور وكانت الكتلة m_1 تتحرك على سطح افقي املس في حين m_2 معلقة شاقوليا بطرف السلك .فان الشد في السلك (T):-



(a) $T = 0$
(b) $T < m_1 g$
(c) $T = m_2 g$

الجواب الاختيار الصحيح فرع (b)



❻ في الشكل المجاور الكتلتان $(m_1 = m_2)$ تتصلان بطرفي حبل مهمل الوزن يمر على بكرة مهملة الوزن وعديمة الاحتكاك فاذا فرضنا $m_1 = m_2$ فأن تعجيل المجموعة :

(a) يساوي g .

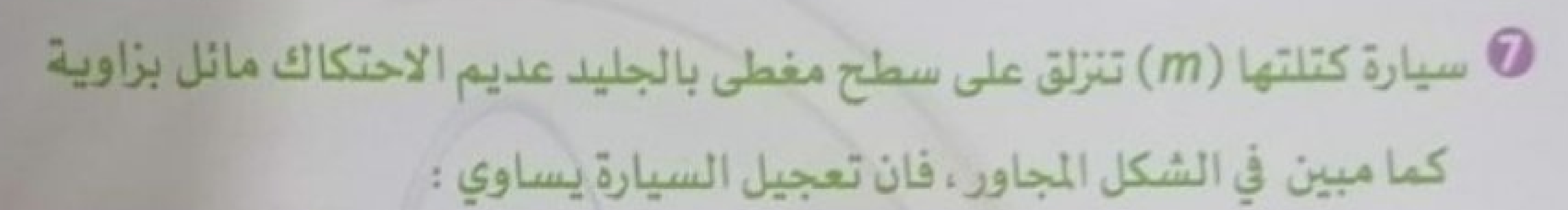
(b) اكبر من g .

(c) صفرا .

(d) اقل من g .

الجواب الاختيار الصحيح فرع (b)

❼ سيارة كتلتها (m) تنزلق على سطح مغطى بالجليد عديم الاحتكاك مائل بزاوية كما مبين في الشكل المجاور ، فان تعجيل السيارة يساوي :



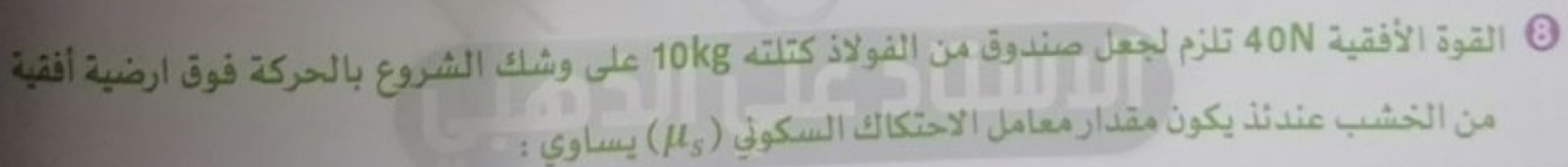
(a) $g \sin\theta$

(b) $\sin\theta / g$

(c) $2g \sin\theta$

(d) $\frac{1}{2} g \sin\theta$

الجواب الاختيار الصحيح فرع (a)



❽ القوة الأفقية 40N تلزم لجعل صندوق من الفولاذ كتلته 10kg على وشك الشروع بالحركة فوق ارضية أفقية من الخشب عندئذ يكون مقدار معامل الاحتكاك السكوني (μ_s) يساوي :

(a) 0.08

(b) 0.25

(c) 0.4

(d) 2.5

الجواب الاختيار الصحيح فرع (c)

التوضيح ⇐

$$\vec{f}_s = \mu_s \vec{N} \Rightarrow \vec{f}_s = \mu_s mg \Rightarrow 40 = \mu_s \times 10 \times 10$$

$$= \frac{40}{100} \Rightarrow \mu_s = 0.4$$





9 القوة 10N تكسب جسماً تعجيلاً مقداره $2m/s^2$ في حين القوة التي مقدارها 40N تكسب الجسم نفسة تعجيلاً مقداره يساوي:

(a) $4m/s^2$

(b) $8m/s^2$

(c) $12m/s^2$

(d) $16m/s^2$

الجواب الاختيار الصحيح فرع (c)

التوضيح ⇐

$\vec{F}_1 = m\,\vec{a}_1 \dots\dots (1)$

$\vec{F}_2 = m\,\vec{a}_2 \dots\dots (2)$

نقسم معادلة (2) على معادلة (1) نحصل على:-

$$\frac{\vec{F}_2}{\vec{F}_1} = \frac{m\vec{a}_2}{m\vec{a}_1} \Rightarrow \frac{40}{10} = \frac{\vec{a}_2}{2}$$

$$10\vec{a}_2 = 80 \Rightarrow \vec{a}_2 = 8m/s^2$$

10 جسم كتلته (m) معلق بحبل في سقف مصعد فاذا كان المصعد يتحرك الى الاعلى بسرعة ثابتة فان الشد في الحبل:-

(a) يكون مساويا (mg).

(b) اقل من (mg).

(c) اكبر من (mg).

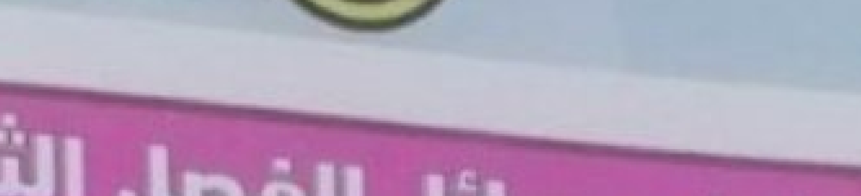
(d) تتحدد قيمته بناء على مقدار السرعة.

الجواب الاختيار الصحيح فرع (a)



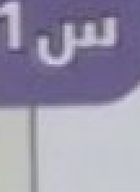




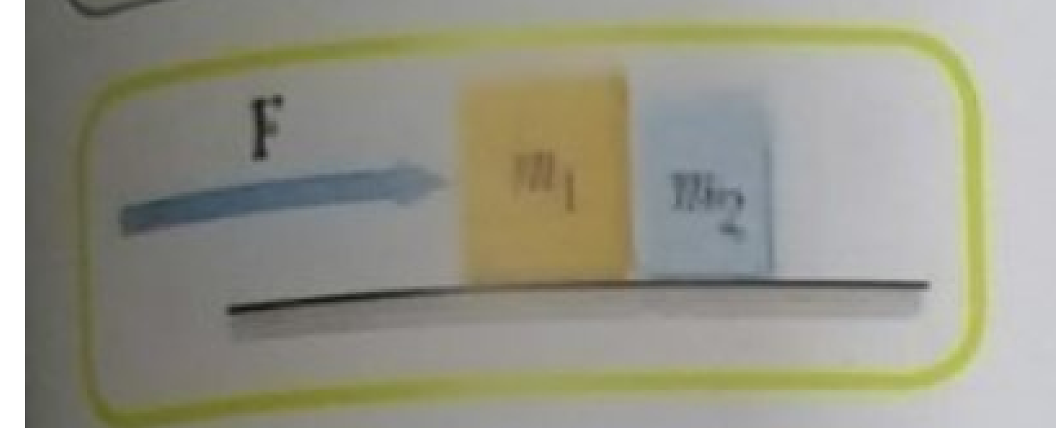


حلول مسائل الفصل الثالث

س1 يبين الشكل المجاور الجسمان $(m_1 = m_2)$ في حالة تماس موضوعان على سطح افقي املس، كانت كتلة الجسم الاول $m_1 = 4kg$ وكتلة الجسم الثاني $m_2 = 2kg$ فإذا اثرت قوة افقية F مقدارها 12N تدفع الكتلة m_1 كما في الشكل، جد مقدار تعجيل المجموعة المؤلفة من الجسمين؟



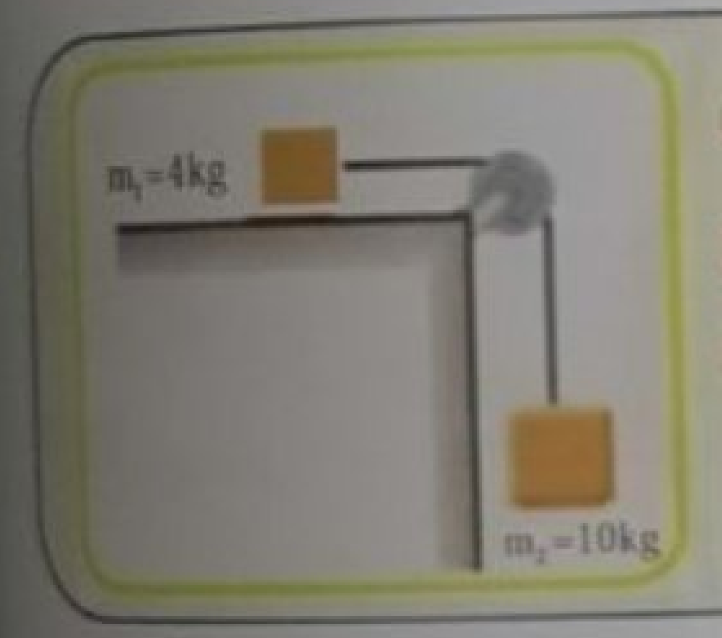
الحل بما أن السطح الافقي أملس (مهمل الاحتكاك) ومحصلة القوى الشاقولية تساوي صفرا لأن $(\vec{N} = \vec{W})$ فعندئذ تكون القوة $(\vec{F})$ هي القوة الخارجية الوحيدة المؤثرة في النظام أما القوى الداخلية هي عادة توجد بشكل قوى مزدوجة وكالآتي :



$$\sum \vec{F}_x = m\vec{a} \quad \Rightarrow \quad F = (m_1 + m_2)\vec{a} \quad \Rightarrow \quad 12 = (4+2)\vec{a}$$

$$12 = 6\vec{a} \quad \Rightarrow \quad \vec{a} = \frac{12}{6} \quad \Rightarrow \quad \vec{a} = 2m/s^2$$

س2 جسم كتلته 4kg موضوع على سطح افقي خشن ويتصل بطرف سلك يمر على بكرة ملساء ومهملة الوزن ومعلق بالطرف الاخر للسلك جسم كتلته 10kg وبوضع شاقولي كما مبين في الشكل المجاور احسب معامل الاحتكاك بين الجسم (m_1) والسطح الافقي حينما تتحرك المجموعة من السكون بتعجيل $6m/s^2$.



الحل عند تطبيق القانون الثاني لنيوتن على النظام ككل فان القوى الخارجية تؤخذ في الحساب من غير الاعتماد على القوى الداخلية أما عندما نأخذ النظام بصورة مجزئة الى مكوناته فأن القوة الداخلية التي كانت تؤثر فيه تعد قوى خارجية مؤثر في كل جسم مكون له.

المركبة الشاقولية ⇐

$$\sum \vec{F}_y = m_2\vec{a}$$
$$W - T = m_2\vec{a}$$
$$m_2 g - T = m_2\vec{a}$$
$$10 \times 10 - T = 10 \times 6$$
$$100 - T = 60$$
$$T = 100 - 60 \quad \rightarrow T = 40N$$

المركبة الافقية ⇐

$$\sum \vec{F}_x = m\vec{a}$$
$$(T - \vec{f}_k) = m\vec{a}$$
$$(T - \mu_K \vec{N}) = m\vec{a}$$
$$(T - \mu_K \times m_1 g) = m\vec{a}$$
$$(T - \mu_K \times 4 \times 10) = 4 \times 6$$
$$T - \mu_K \times 40 = 24$$
$$T = 40\mu_K + 24 \quad \ldots\ldots (1)$$

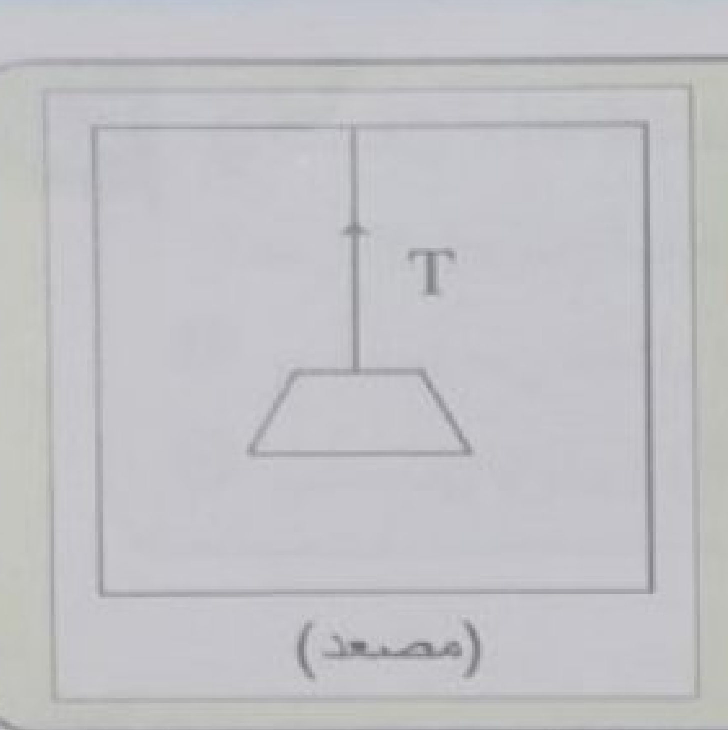
نعوض عن $(T = 40N)$ في معادلة 1 نحصل على :

$$\ldots 4 \quad \Rightarrow \quad 40\mu_K = 40 - 24 \quad \Rightarrow \quad 40\mu_K = 16 \quad \Rightarrow \quad \mu_K = 0.4$$



س3 جسم كتلته 1kg معلق بسقف مصعد بوساطة سلك مهمل الوزن لاحظ الشكل المجاور ، احسب مقدار الشد (T) في السلك عندما يتحرك المصعد:-

1. نحو الاعلى بتعجيل $2m/s^2$
2. نحو الاسفل بتعجيل $2m/s^2$





1. عندما يتحرك المصعد الى الاعلى بتعجيل يساوي $(2m/s^2)$ فيكون $(T > mg)$

$$\sum \vec{F}_X = m\vec{a}$$

$$\vec{T} - m\vec{g} = m\vec{a} \quad \Rightarrow \quad \vec{T} = m\vec{g} + m\vec{a} \quad \Rightarrow \quad \vec{T} = 1 \times 10 + 1 \times 2 \quad \Rightarrow \quad \vec{T} = 12N$$

2. عندما تكون حركة المصعد الى الاسفل بتعجيل يساوي $(2m/s^2)$ فيكون $(T < mg)$

$$\sum \vec{F}_X = m\vec{a}$$

$$m\vec{g} - \vec{T} = m\vec{a} \quad \Rightarrow \quad \vec{T} = m\vec{g} - m\vec{a} \quad \Rightarrow \quad \vec{T} = 1 \times 10 - 1 \times 2 \quad \Rightarrow \quad \vec{T} = 8N$$

س4 قوة افقية ثابتة مقدارها (20N) اثرت في جسم ساكن كتلته (2kg) موضوع على سطح افقي املس ، احسب:

1. انطلاق الجسم في نهاية الثانية الاولى من حركته.
2. الازاحة التي قطعها الجسم خلال 3s من بدء حركته.



1. لحساب انطلاق الجسم في نهاية الثانية الاولى من حركته كالآتي :

يجب أولاً حساب مقدار التعجيل الذي يتحرك به الجسم وكالآتي :

$$\vec{F} = m\vec{a} \quad \Rightarrow \quad 20 = 2\vec{a} \quad \Rightarrow \quad \vec{a} = \frac{20}{2} \quad \Rightarrow \quad \vec{a} = 10m/s^2$$

وبتطبيق قوانين الحركة لنيوتن لحساب السرعة النهائية كالآتي :

$$v_f = v_i + at \quad \Rightarrow \quad v_f = 0 + (10)(1) \quad \Rightarrow \quad v_f = 10\ m/s^2$$

2. لحساب الازاحة التي قطعها الجسم خلال (3s) من بدء الحركة نطبق العلاقة الآتية :

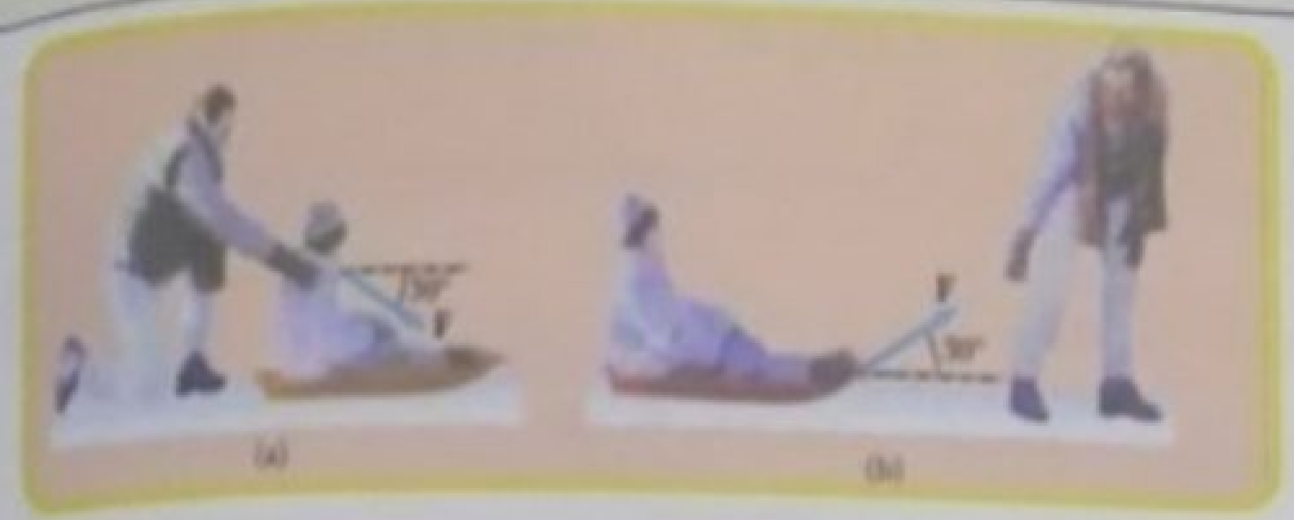
$$\Delta X = v_i t + \frac{1}{2}at^2 \quad \Rightarrow \quad \Delta X = (0)(3) + \frac{1}{2}(10)(3)^2$$

$$\Rightarrow \quad \Delta X = 45\ m$$



س5 في الشكل أدناه شخص يدفع ابنته وهي جالسة على لوح للتزحلق على الجليد أي من [illegible] التاليتين افضل ان يحرك الشخص ابنته لكي تسير على الجليد بسهولة :

1. يدفعها من خلال التأثير بقوة (F) في كتفها بزاوية $30°$ تحت الافق .
2. يسحبها بالقوة (F) نفسها بواسطة حبل يميل بزاوية $30°$ فوق الافق .



الحل

1. يدفع الشخص ابنته بتأثير قوة مقدارها $(\vec{F})$ في كتفها بزاوية $(30°)$ تحت الافق وبذلك فأن:

$$\vec{N} = mg + F\sin\theta$$

$$\vec{F}_X = M_K\vec{N}$$

$$\vec{F}_K = M_K(mg + F\sin\theta)$$

قوة الاحتكاك المعرقلة للحركة تكون اكبر

2. يسحب الشخص ابنته بالقوة $(\vec{F})$ (نفسها في الحالة الاولى) بواسطة حبل يميل بزاوية مقدارها $(30°)$ فوق الافق كالاتي :

$$\vec{N} = mg - F\sin\theta$$

$$\vec{F}_K = M_K\vec{N}$$

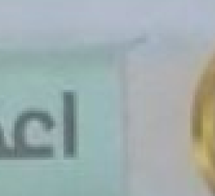
$$\vec{F}_K = M_K(mg - F\sin\theta)$$

قوة الاحتكاك المعرقلة للحركة اصغر

لذلك فان في الحالة الثانية عندما يسحب الشخص ابنته بالقوة $(\vec{F})$ نفسها بواسطة حبل يميل بزاوية $(30°)$ فوق الافق وان قوة الاحتكاك المعرقلة للحركة في الحالة الثانية تكون اصغر من الحالة الاولى مما يؤدي الى السير على الجليد بسهولة اكثر.









الاتزان والعزوم

(4-1) مفهوم الاتزان

س وضح مفهوم الاتزان ؟

الجواب نلاحظ من حولنا ان بعض الاجسام ساكناً وبعضها متحركاً وهذه الحركة اما ان تكون حركة بتعجيل واما ان تكون بحركة بانطلاق ثابت وبخط مستقيم (حسب قوانين الحركة لنيوتن الأول والثاني) ($\sum F=0$) وبذلك يقال للجسم انه في حالة اتزان عندما تكون محصلة القوى المؤثرة فيه تساوي صفر وبذلك فأن الجسم سيكون ساكناً فيقال ان الجسم في حالة اتزان سكوني او قد يكون متحركة بانطلاق ثابت وبخط مستقيم فيقال انه في حالة اتزان حركي .

س ما المقصود بالجسم الجاسي ؟

الجواب هو منظومة من الجسيمات التي يبقى البعد بينها ثابتاً لا يتغير بتأثير القوى والعزوم الخارجية .

(4-2) شرط الاتزان الانتقالي

س ما هو شرط الاتزان الانتقالي ؟

الجواب يكون الجسم متزناً عندما يكون صافي القوى الخارجية (محصلة القوى الخارجية) المؤثرة في الجسم يساوي صفراً ($\sum F=0$) وعلامة ($\sum$) تعني مجموع او صافي أي كمية وتلفظ سكما وهذا يعني ان محصلة القوى الخارجية المؤثرة (x.y) في الجسم على أي محور من المحاور الافقية و الشاقولية تساوي صفر أي أن:-

$$\sum F_x = 0$$
$$\sum F_y = 0$$

(4-3) شرط الاتزان الدوراني

س ما هو شرط الاتزان الدوراني؟

الجواب يتحقق شرط الاتزان الدوراني عندما يكون صافي العزوم الخارجية المؤثرة في الجسم حول محور معين يساوي صفر أي ان :

$$\sum \tau = 0$$

حيث ان τ يمثل رمز العزم

س ما هو شرط الاتزان؟

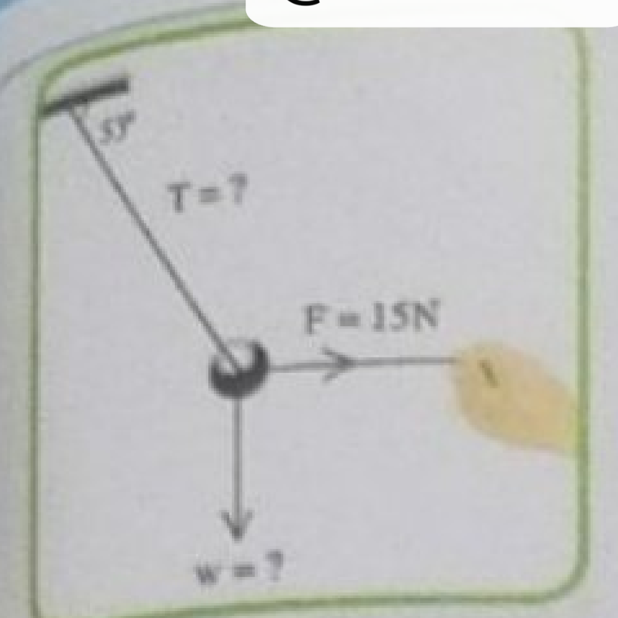
الجواب ان أي جسم في حالة اتزان سكوني يجب ان يكون في حالة اتزان انتقالي واتزان د

مثال (2)/ ص75 (كتاب)

في الشكل المجاور كرة معلقة بطرف خيط سحبت جانبا بقوة افقية مقدارها (15N) احسب مقدار:

1. قوة الشد في الخيط
2. وزن الكرة

علما ان $sin\,53 = 0.8$, $cos\,53 = 0.6$





الحل

نرسم مخطط الجسم الحر ونؤشر عليه القوى الثلاث المؤثرة فيه كما موضح في الشكل حيث ان:

(W) هي وزن الجسم

(F) القوة الافقية المؤثرة في الجسم

(T) وقوة شد الخيط

بما ان الجسم في حالة اتزان سكوني نحلل القوة المائلة ($\vec{T}$) الى مركبتيها الافقية والشاقولية كما في الشكل ثم نطبق شرط الاتزان الانتقالي ($\Sigma F=0$)

فيكون صافي القوة على محور x = صفراً

وان صافي القوى على محور x يعطى بـ :

$$\Sigma \vec{F_x} = 0 \Rightarrow \vec{F} - \vec{T_x} = 0 \Rightarrow \vec{T_x} = \vec{F}$$

$$T\cos 53 = 15 \Rightarrow T \times 0.6 = 15 \Rightarrow T = 25N$$ مقدار الشد في الخيط

وكذلك صافي القوة على محور y = صفراً

$$\Sigma F_y = 0 \Rightarrow \vec{T_y} - \vec{w} = 0 \Rightarrow T\sin 53 = w$$

$$(25) \times (0.8) = w \Rightarrow W = 20N$$ مقدار وزن الجسم

(4-4) العزم

س ما المقصود بالعزم؟ وماهي وحداته؟

الجواب هي قابلية القوة على تدوير الجسم على محور معين وهو كمية اتجاهية ويرمز له بالرمز (τ) ووحدات قياسه هي (N , m).

س ماهي العوامل التي يعتمد عليها مقدار عزم القوة ؟ مع ذكر العلاقة الرياضية؟

الجواب
1. القوة ($\vec{F}$) ويتناسب مع العزم ($\vec{\tau}$) طرديا ($\vec{\tau} \; \alpha \; \vec{F}$)
2. البعد العمودي عن محور الدوران (ℓ) و يتناسب طردياً مع العزم (τ) بثبوت القوة ($\vec{F}$) ($\vec{\tau} \; \alpha \; \ell$)
3. الزاوية (θ) المحصورة بين خط فعل القوة والخط الواصل بين نقطة الدوران نقطة تأثير القوة.

ويعطى العزم بالعلاقة الاتية :-

$$\vec{\tau} = F\,\ell\,sin\theta$$

نشاط / كتاب ص (77) لبيان العوامل التي يعتمد عليها مقدار عزم القوة

س اشرح نشاط لبيان العوامل التي يعتمد عليها مقدار عزم القوة؟

الجواب ادوات النشاط (مفتاح ربط ، برغي ، قبان حلزوني)

خطوات النشاط

الجزء الاول

1. ادخل رأس البرغي في فوهة مفتاح الربط بواسطة القبان الحلزوني سلط قوة صغيرة $(\vec{F_1})$ عمودية على ذراع المفتاح بحيث تؤثر في طرف المفتاح وعلى بعد (ℓ_1) من البرغي كما موضح في الشكل.
2. حاول تدوير البرغي بواسطة مفتاح الربط تجد صعوبة في التدوير.
3. اعمل على مضاعفة القوة الاولى (اي تصبح $2\vec{F}$).

نستنتج من ذلك:-

ان عزم القوة $(\vec{\tau})$ ويتناسب طرديا مع القوة $(\vec{F})$ $(\vec{\tau}\ \alpha\ \vec{F})$

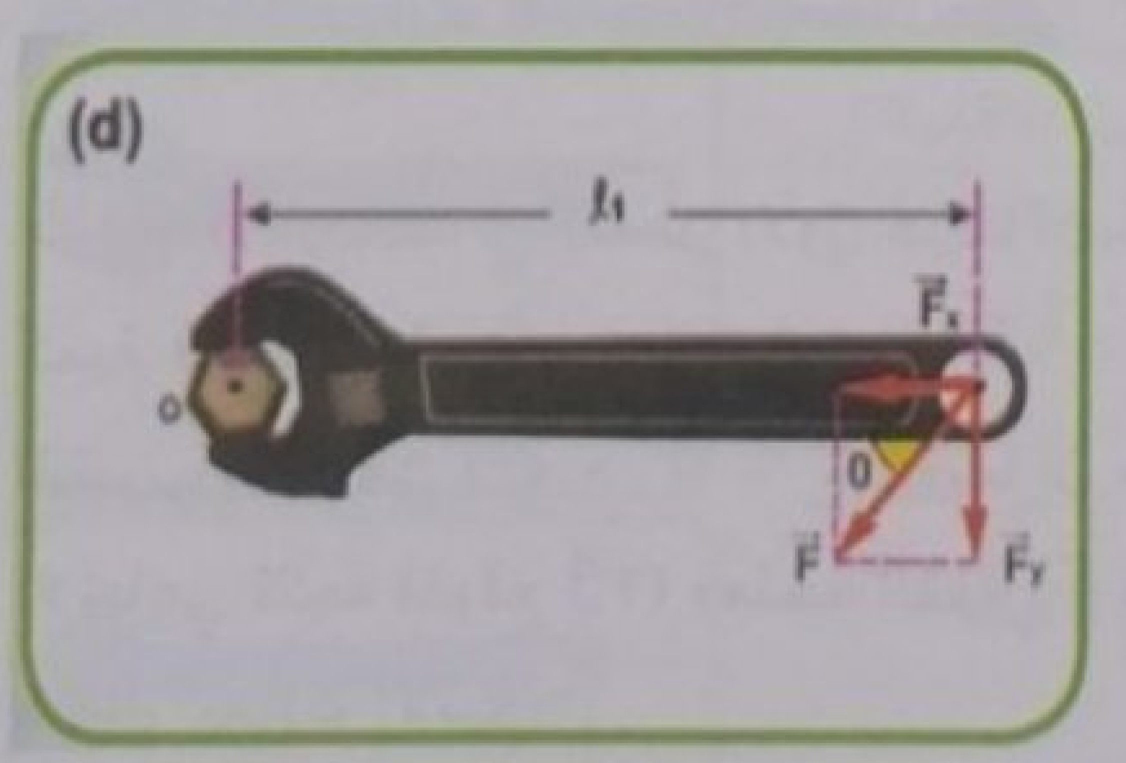
الجزء الثاني

1. حاول استعمال مقدار القوة $(\vec{F})$ نفسها (بأستعمال القبان الحلزوني) واجعل نقطة تأثيرها على بعد (ℓ_2) بحيث تكون اقرب الى البرغي عندها تجد صعوبة اكثر في تدوير البرغي. اي ان $(\ell_1) > (\ell_2)$ كما موضح في الشكل.
2. حاول تكرار العملية مرات متعددة وفي كل مرة قرب نقطة تأثير القوة من البرغي تجد زيادة في صعوبة تدوير البرغي.

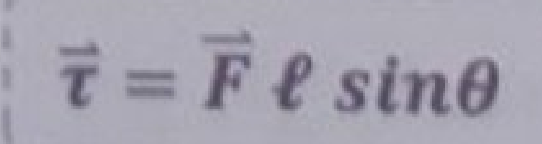
نستنتج من ذلك:-

ان عزم القوة $(\vec{\tau})$ ويتناسب طردي مع البعد العمودي عن محور الدوران (ℓ) اي ان $(\vec{\tau}\ \alpha\ \ell)$ بثبوت القوة $(\vec{F})$.

الجزء الثالث



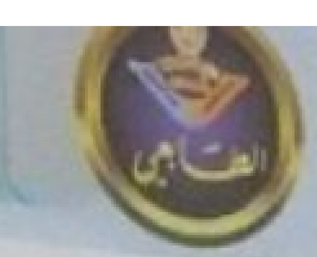
1. سلط القوة نفسها $(\vec{F})$ ومن نقطة تأثير (ℓ_1) في طرف الذراع كما موضح في الشكل ولكن هذه المرة اجعل القوة غير عمودية على ذراع المفتاح (اي تعمل زاوية θ مع ذراع المفتاح) عندها يعطي العزم المدور بالصيغة الاتية:-

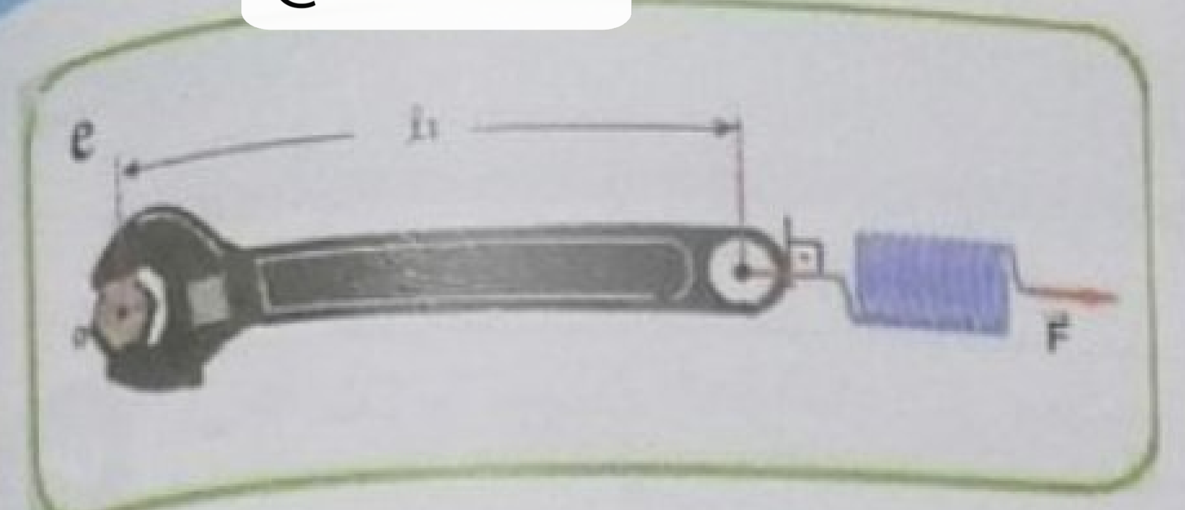


$$\vec{\tau} = \vec{F}\,\ell\,\sin\theta$$

حاول مرة اخرى تدوير البرغي تجد صعوبة في تدويره كل ما قلت الزاوية (θ) بين خط





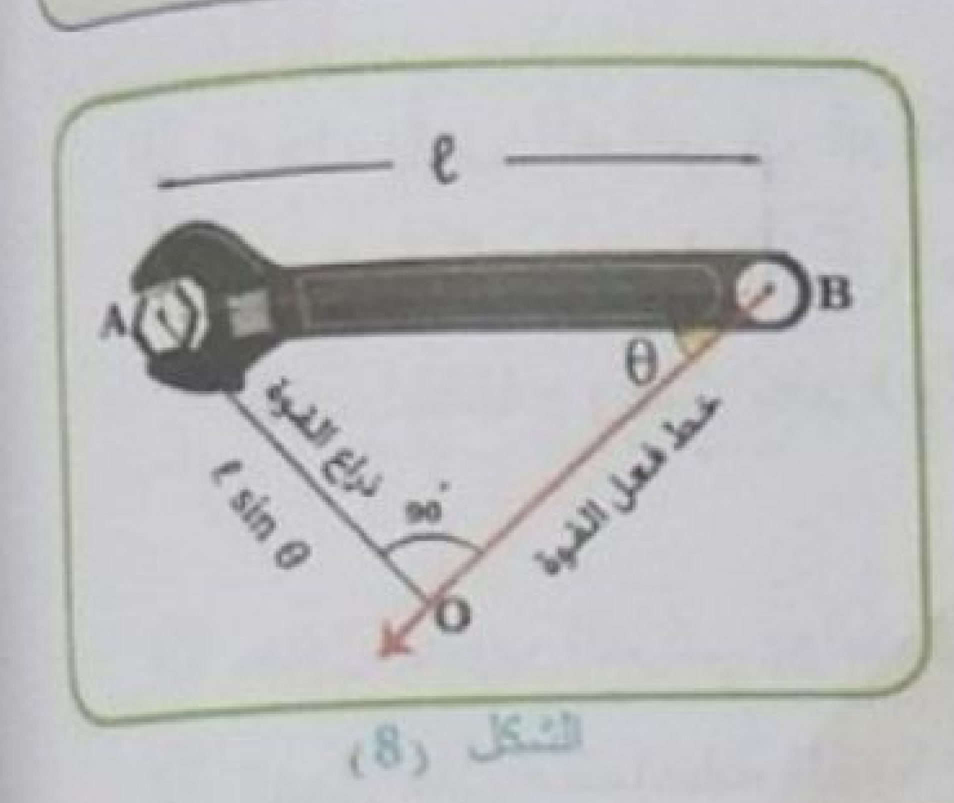


② اجعل خط فعل القوة بموازاة ذراع المفتاح (في هذه الحالة يكون على امتداد القوة ($\vec{F}$) يمر في مركز الدوران كما موضح في الشكل عندها ينعدم التأثير الدوراني للقوة.

نستنتج من ذلك :-

ان عزم القوة ($\vec{\tau}$) ينعدم اذا كانت القوة او امتدادها يمر في مركز الدوران لأن تأثير ذراع القوة يصبح صفرا في هذه الحالة

س كيف يتم حساب ذراع القوة (ذراع العزم) ؟



الشكل (8)

الجواب نرسم خط مستقيم يربط خط فعل القوة مع البعد العمودي عليه من نقطة الدوران (المحور) فنحصل على مثلث قائم الزاوية (AOB) كما في الشكل فيكون ذراع القوة هو الضلع القائم (AO) يساوي ($\ell\sin\theta$) وبذلك فأن عزم القوة يعطى بالعلاقة الاتية :-

$$\vec{\tau} = \vec{F}\,\ell\,\sin\theta$$

س متى ينعدم عزم الدوران (لا يتولد)؟

الجواب حسب العلاقة الاتية:- ($\vec{\tau} = \vec{F}\,\ell\,\sin\theta$)

عندما تكون الزاوية (θ) بين البعد العمودي (ℓ) والقوة ($\vec{F}$) تساوي صفر ($\theta=0$) اي ان خط فعل القوة يقع على محور الدوران حسب الاتي:-

$$\vec{\tau} = F\,\ell\,\sin\theta \quad \Rightarrow \quad \vec{\tau} = F\,\ell\,\sin(0) \quad \Rightarrow \quad \vec{\tau} = F\,\ell\,(0) \quad \Rightarrow \quad \vec{\tau} = 0$$

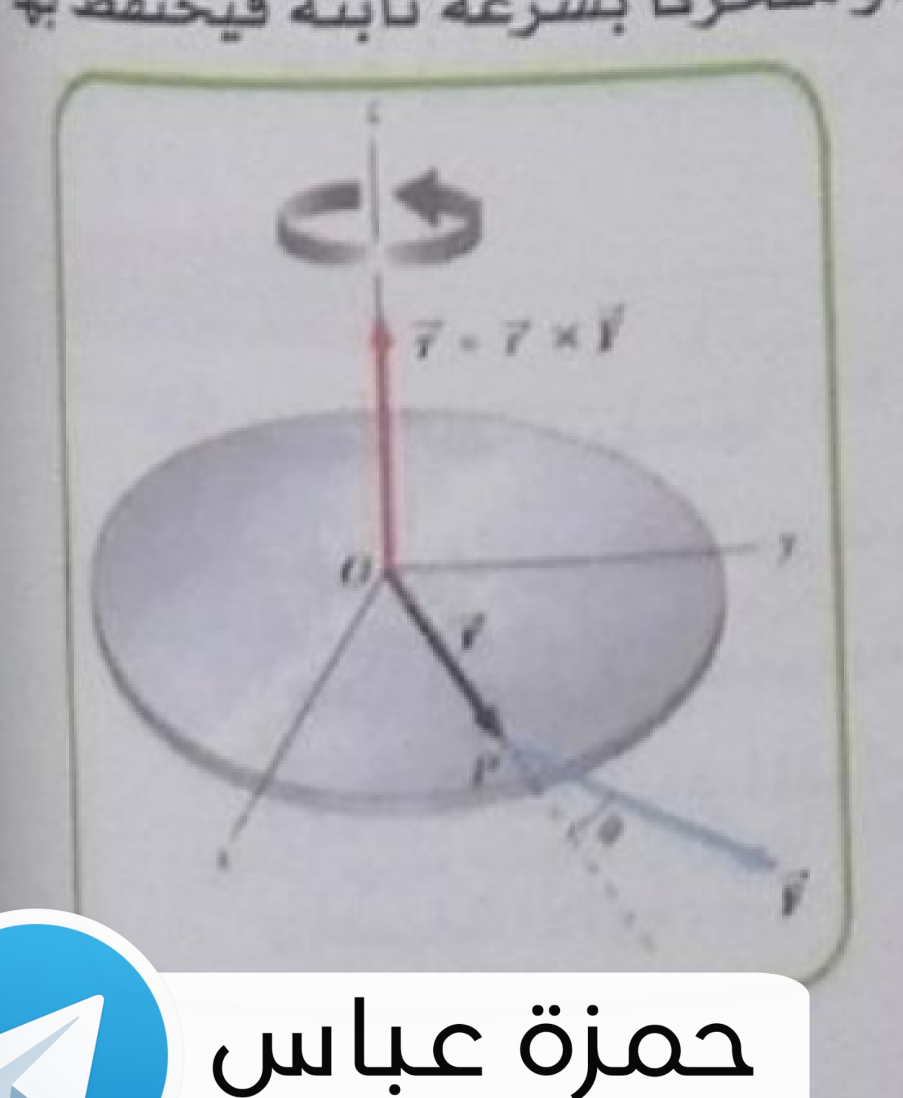
س ايهما اسهل لفتح الباب ان تدفعه من منتصفه ام قريبًا من مقبضه ؟ ولماذا ؟

الجواب عند مقبضه اسهل لان خط فعل القوة (نقطة تأثيرها) على بعد يساوي (ℓ) اما عند المنتصف فتكون نقطة تأثير القوة على بعد ($\frac{1}{2}\,\ell$) من محور الدوران .

س عندما يؤثر في الجسم قوى متزنة ما مقدار تحجيله؟

الجواب التحجيل يساوي صفر لان الجسم في هذه الحالة اما ان يكون ساكناً او متحركاً بسرعة ثابتة فيحتفظ بها

(4-5) العزم كمية متجهة



من خلال دراستنا في الفصل الأول عرفنا ان حاصل ضرب متجهين يكون اما كمية قياسية مثل الضرب النقطي ($C = \vec{A}\cdot\vec{B}$) واما كمية متجهة مثل الضرب الاتجاهي ($\vec{C} = \vec{A} \times \vec{B}$) وبما ان متجه العزم هو حاصل الضرب الاتجاهي لمتجه الموقع ($\vec{r}$) ومتجه القوة ($\vec{F}$) كما موضح في الشكل فيكتب كما في المعادلة الاتية:

$$\vec{\tau} = \vec{r} \times \vec{F}$$

ملاحظات مهمة جداً

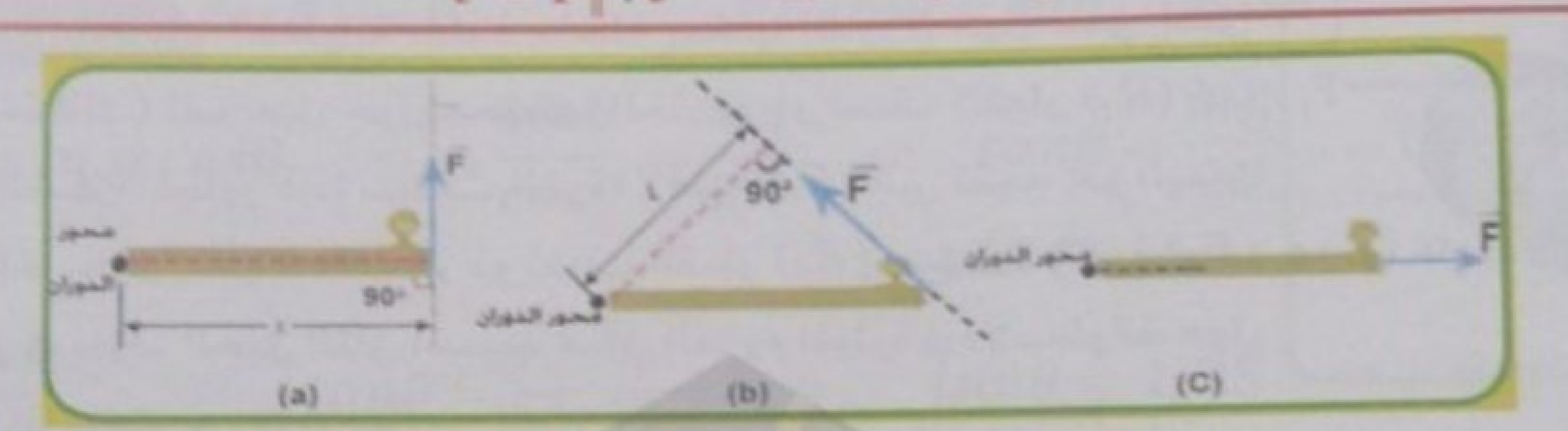
❶ العزم الناتج عن تأثير القوة في تدوير جسم يكون بمقداره الأعظم (τ_{max}) عندما يكون خط فعل القوة عمودياً على الخط الواصل بين نقطة تأثير القوة ومحور الدوران كما في الشكل (a) اي ان:-

$$\vec{\tau} = F_{\perp} . \ell$$

ويقل مقدار العزم عندما يكون خط فصل القوة مائلاً كما في الشكل (b)

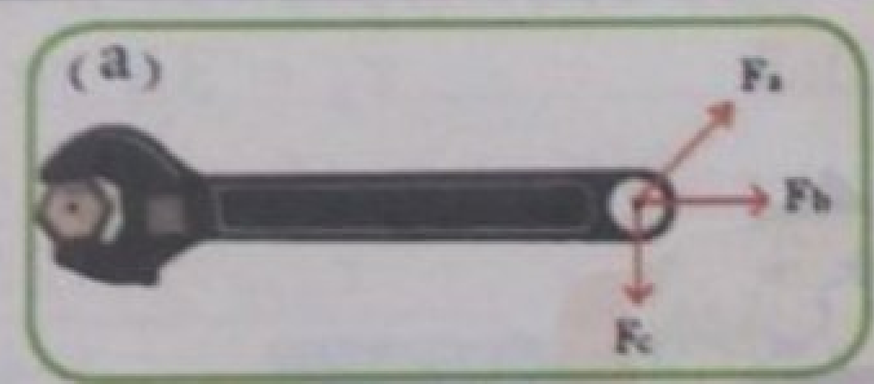
❷ ينعدم العزم $(\tau = 0)$ عندما يمر خط فعل القوة في محور الدوران كما في الشكل (c) اي ان:-

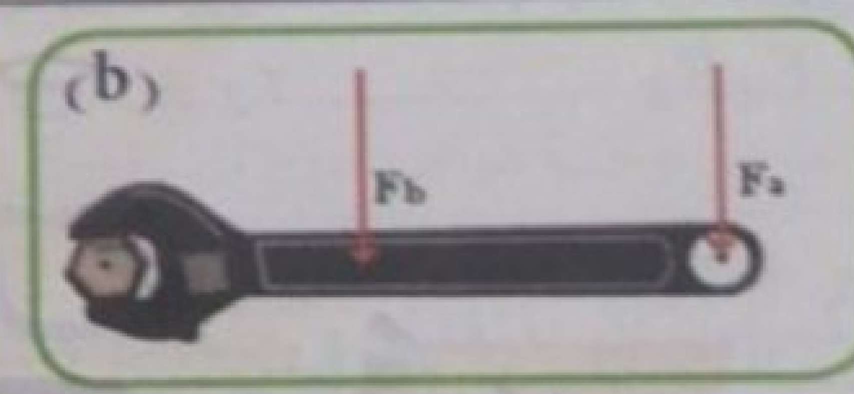
$$\vec{\tau} = F_{\parallel} . \ell \quad \Rightarrow \quad \vec{\tau} = 0$$



حلول اسئلة فكر/ كتاب ص (81)

س أي القوى المبينة في الشكل (a , b) تسبب عزما اقل لمفتاح الربط في تدوير البرغي علما ان مقادير القوى المؤثرة متساوية؟





الجواب ❶ في الشكل (a) القوة $(\vec{F_a})$ تولد عزما أقل مما يولده القوة $(\vec{F_c})$ حسب الاتي:-

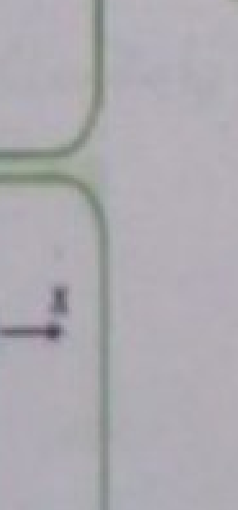
$$\vec{\tau_a} = F_a \, \ell \, sin\theta$$
$$\vec{\tau_c} = F_c \, \ell$$

❷ في الشكل (b) القوة $(\vec{F_b})$ تولد عزما اقل مما تولده القوة $(\vec{F_a})$ حسب الاتي:-

$$\vec{\tau_a} = F_a$$
$$\vec{\tau_b} = F_{\perp} \, (\frac{1}{2} \ell)$$

مثال (2)/ ص81 (كتاب) اذا كان مقدار القوة المسلطة على مفتاح ربط طوله (0.20m) تساوي (20N) كما موضح في الشكل احسب مقدار العزم الناتج عن هذه القوة ؟





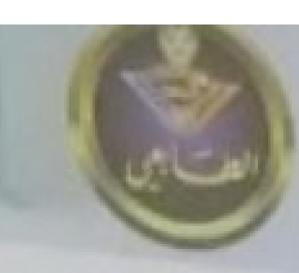
الحل نحلل القوة $(\vec{F})$ الى مركبتيها المركبة الموازية للذراع (المركبة الافقية) $(\vec{F_x})$ والمركبة العمودية على الذراع (المركبة الشاقولية) $(\vec{F_y})$ وبما ان المركبة الافقية $(\vec{F_x})$ تمر في نقطة الدوران (في محور الدوران) فيكون عزمها = صفر لأن ذراع العزم = صفر اي ان:-

$$\tau = F_x \times 0 \quad \Rightarrow \quad \tau = 0$$

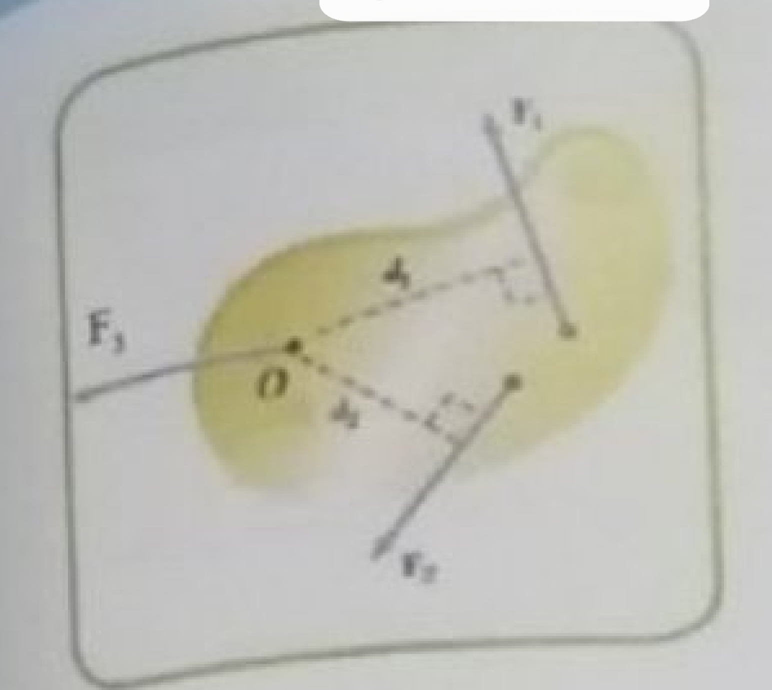
بينما المركبة العمودية للقوة $(\vec{F_y})$ تولد عزما يحاول تدوير المفتاح باتجاه دوران عقارب الساعة اي ان :-

$$\tau = F_y . \ell \quad \Rightarrow \quad \tau = F \, sin\theta \, \ell$$
$$\tau = 20 \times 0.6 \times 0.2 \quad \Rightarrow \quad \tau = 2.4 N.m$$





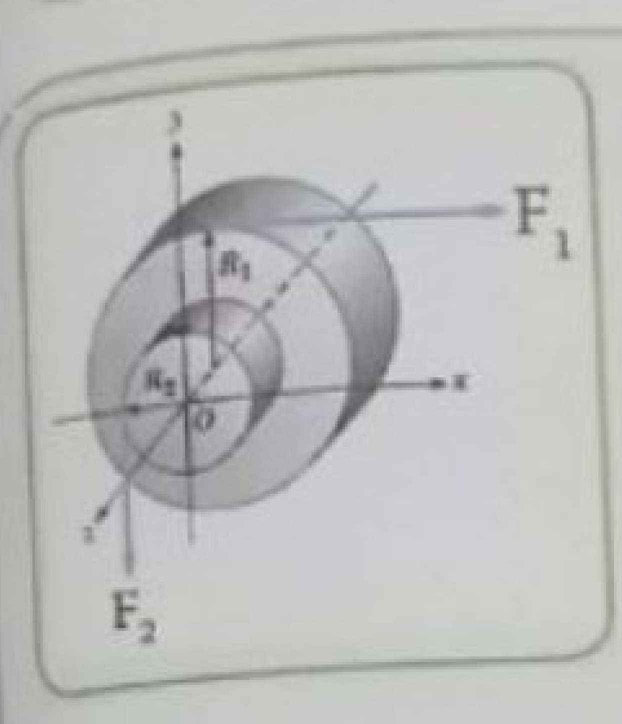
(4-6) صافي العزوم و اتجاه الدوران



عندما تؤثر قوى متعددة في الجسم واحد وتحاول تدويره فان عزم كل قوة يحسب حول نقطة الدوران نفسها فيكون (المجموع الاتجاهي للعزوم المنفردة يساوي صافي العزوم (محصلة العزوم) (τ_{net}) كما موضح في الشكل اي ان :-

$$\vec{\tau}_{net} = \vec{\tau}_1 + \vec{\tau}_2 + \vec{\tau}_3 + \cdots \ldots\ldots$$

مثال (3)/ ص82 (كتاب) اسطوانة صلدة جاسئة يمكنها الدوران حول محور افقي (مهمل الاحتكاك) لف حبل حول محيطها الخارجي ذو نصف القطر (R_1) كما موضح في الشكل المجاور فاذا سلطت القوة الافقية (F_1) التي تتجه نحو اليمين ولف حبل اخر حول المحيط الاصغر ذو نصف القطر (R_2) وسلطت القوة (F_2) نحو الاسفل في طرف الحبل الثاني احسب صافي العزوم المؤثرة في الاسطوانة حول المحور (Z) اذا كانت :- $F_2 = 6\,N$, $F_1 = 5\,N$, $R_2 = 0.5\,m$, $R_1 = 1\,m$



الحل عزم القوة (F_1) والذي هو (τ_1) يكون سالبا لأنه يحاول تدوير الاسطوانة باتجاه دوران عقارب الساعة اي ان:-

$$\tau_1 = -F_1R_1 \quad \Rightarrow \quad \tau_1 = -5 \times 1 \quad \Rightarrow \quad \tau_1 = -5N.m$$

والعزم الناتج عن القوة (F_2) والذي هو (τ_2) يكون موجبا لأنه يحاول تدوير الاسطوانة بأتجاه معاكس لدوران عقارب الساعة اي ان:-

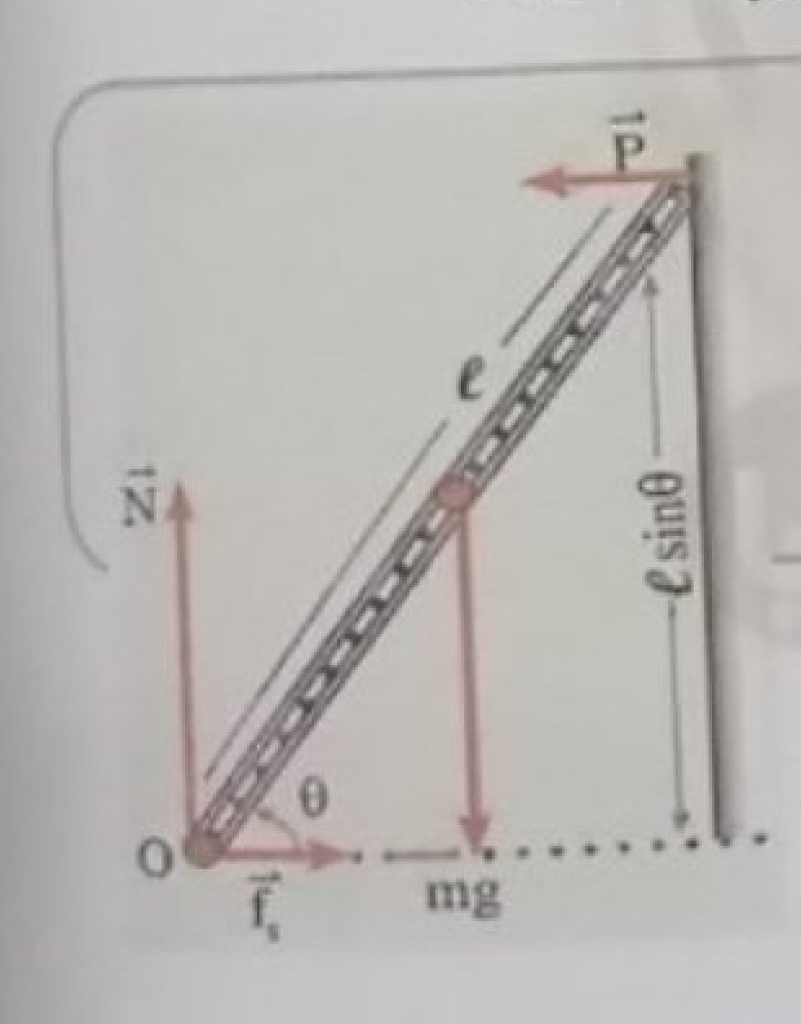
$$\tau_2 = F_2R_2 \quad \Rightarrow \quad \tau_2 = 6 \times 0.5 \quad \Rightarrow \quad \tau_2 = 3N.m$$

وان صافي محصلة العزوم يمكن حسابه كالاتي :-

$$\vec{\tau}_{net} = \vec{\tau}_1 + \vec{\tau}_2 \quad \Rightarrow \quad \vec{\tau}_{net} = -5 + 3 \quad \Rightarrow \quad \vec{\tau}_{net} = -2N.m$$

وبما ان اشارة صافي العزوم سالبة هذا يعني ان الاسطوانة تدور بأتجاه دوران عقارب الساعة.

مثال (4)/ ص83 (كتاب) سلم منتظم طوله (ℓ) وكتلته (m) يستند على جدار شاقولي املس كما موضح في الشكل وكان معامل الاحتكاك السكوني بين السلم والارض ($\mu_s=0.4$) جد اصغر زاوية (θ) بحيث لا يحصل انزلاق للسلم.



الحل من ملاحظتك للشكل فأن السلم في حالة سكون يستند على جدار شاقولي املس فهو في حالة اتزان تحت تأثيرابع قوى هي:-

($\vec{P}$) رد فعل الجدار على السلم

($\vec{N}$) رد فعل الارض على الارض

($\vec{f}_s$) قوة الاحتكاك بين الارض وطرف السفلي للسلم

($\vec{mg}$) وزن السلم

بما ان السلم في حالة اتزان سكوني نطبق الشرط الاول للاتزان وكالاتي:-

$$\sum F_x = 0$$

$$f_s - P = 0 \quad \Rightarrow \quad f_s = P \quad \Rightarrow \quad \mu_s N = P \ldots\ldots (1)$$

$$N - mg = 0 \quad \Rightarrow \quad N = mg \ldots\ldots (2)$$





وبقسمة معادلة (1) على معادلة (2) نحصل على:-

$$\frac{\mu_s N}{N} = \frac{P}{mg} \Rightarrow \mu_s = \frac{P}{mg} \quad \ldots\ldots(3)$$

بما ان السلم في حالة اتزان دوراني نطبق الشرط الثاني للاتزان ونخذ النقطة (O) مركزا للعزوم فتكون:-

$$\sum \tau = 0$$

$$P\ell \sin\theta - mg\left(\frac{\ell}{2}\cos\theta\right) = 0 \Rightarrow P\ell \sin\theta = mg\left(\frac{\ell}{2}\cos\theta\right)$$

$$2\,P \sin\theta = m\,g\cos\theta \Rightarrow \frac{\sin\theta}{\cos\theta} = \frac{mg}{2P} \Rightarrow \tan\theta = \frac{mg}{2P} \quad \ldots\ldots(4)$$

وبتعويض معادلة (3) في معادلة (4) نحصل على:-

$$\tan\theta = \frac{1}{2\mu_s} \Rightarrow \tan\theta = \frac{1}{2\times 0.4} \Rightarrow \tan\theta = 1.25 \Rightarrow \theta = 51^\circ$$

قياس زاوية ميل السلم عل الارض وهي اصغر قياس للزاوية من غيران ينزلق السلم.

(4-7) المزدوج

س عرف المزدوج؟ و ما هي وحدة قياس عزم المزدوج؟

الجواب هو قوتان متساويتان بالمقدار و متعاكستان بالاتجاه و متوازيتان و ليس لهما خط فعل مشترك و للمزدوج اثر دوراني على الجسم و هو كمية متجهة مثل مفاتح الباب ومقود السيارة و مفتاح تغيرالاطارات كما في الشكل .



ووحدات قياس عزم المزدوج هي (N.m)

س كيف يتم حساب عزم المزدوج ؟

الجواب ان عزوم القوى تؤخذ حول اي نقطة تقع بين القوتين ثم يجمع عزميهما لانهما يعملان على تدور الذراع بالاتجاه نفسه و ابسط طريقة لحساب عزم المزدوج هي ان تضرب احدى القوتين في البعد العامودي بينهما كما موضح في المعادلة الاتية :-

$$\vec{\tau} = \vec{F}\,\ell\,\sin\theta$$

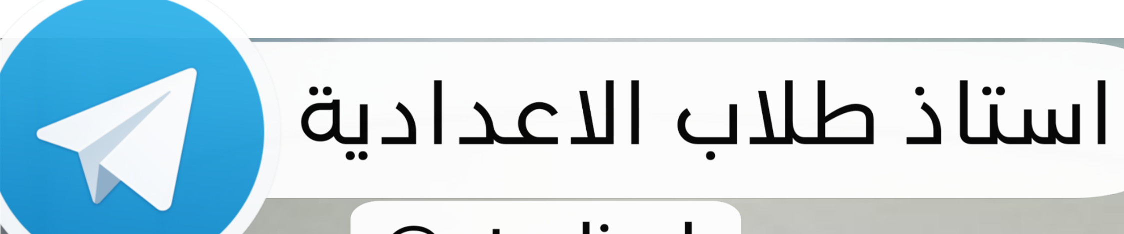
حيث ان :-

(τ) عزم المزدوج و يقاس بوحدة (N.m)

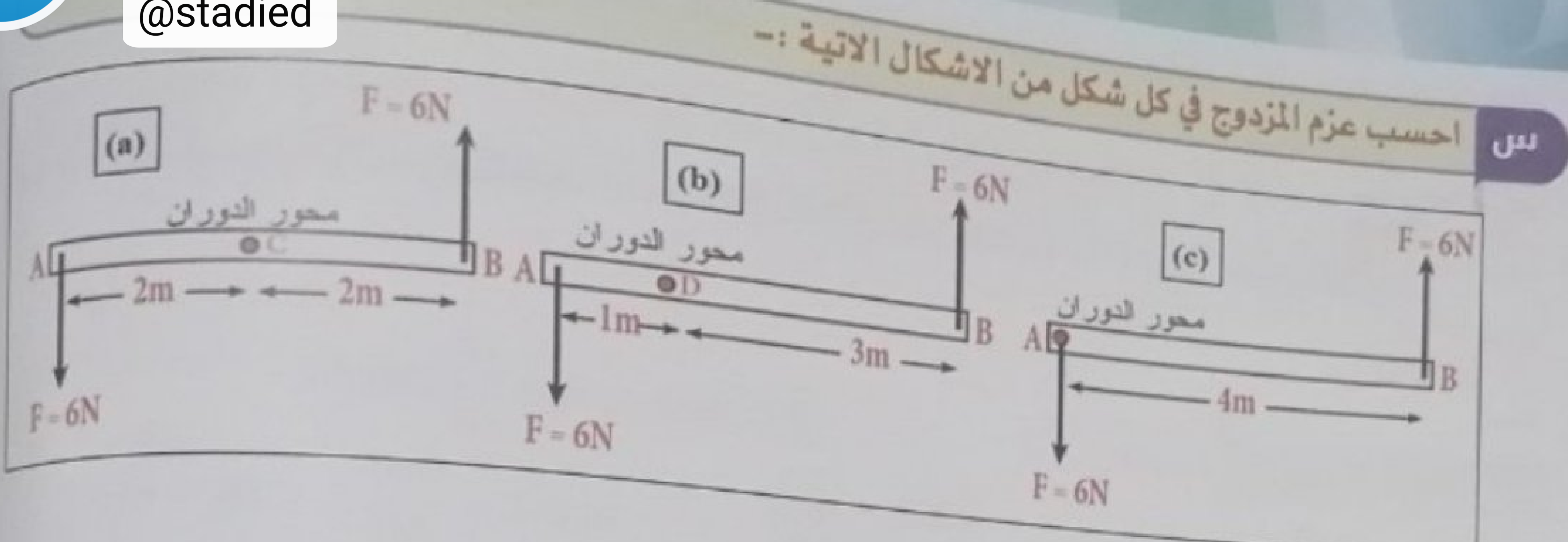
(F) احدى القوتين و تقاس بوحدة (N)

(ℓ) البعد العامودي (ذراع القوة) و تقاس بوحدة (m)

(θ) هي الزاوية المحصورة بين احدى القوتين و البعد العامودي (ذراع القوة) .



س احسب عزم المزدوج في كل شكل من الاشكال الاتية :-



الحل الشكل (a):-

$$\vec{\tau}_{net} = \vec{\tau}_1 + \vec{\tau}_2 \Rightarrow \vec{\tau}_{net} = F(AC) + F(CB) \Rightarrow \vec{\tau}_{net} = 6(2) + 6(2)$$

$$\vec{\tau}_{net} = 12 + 12 \Rightarrow \vec{\tau}_{net} = 24N.m$$

الشكل (b):-

$$\vec{\tau}_{net} = \vec{\tau}_1 + \vec{\tau}_2 \Rightarrow \vec{\tau}_{net} = F(AD) + F(DB) \Rightarrow \vec{\tau}_{net} = 6(1) + 6(3)$$

$$\vec{\tau}_{net} = 6 + 18 \Rightarrow \vec{\tau}_{net} = 24N.m$$

الشكل (c):-

$$\vec{\tau}_{net} = \vec{\tau}_1 + \vec{\tau}_2 \Rightarrow \vec{\tau}_{net} = F(AB) + F(0) \Rightarrow \vec{\tau}_{net} = 24N.m$$

مركز الكتلة (4-8)

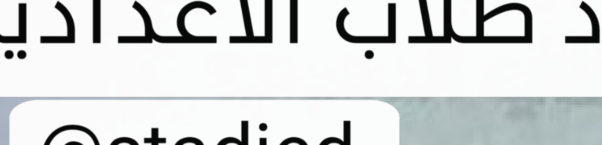
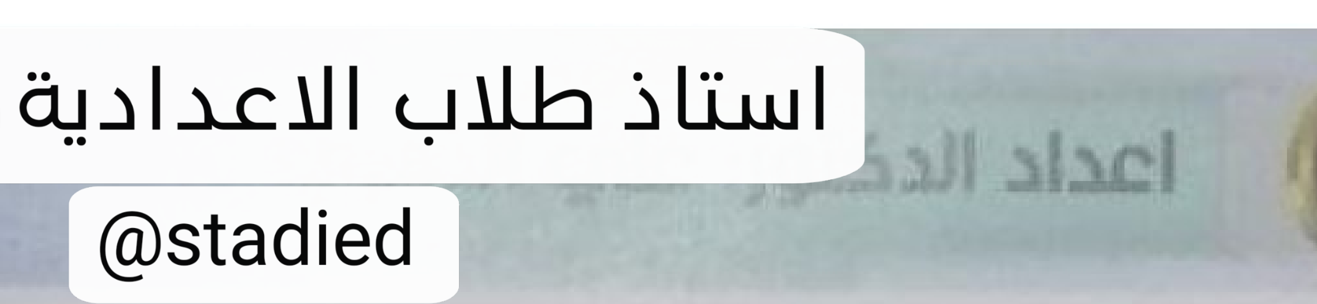
س ما المقصود بمركز الكتلة ؟

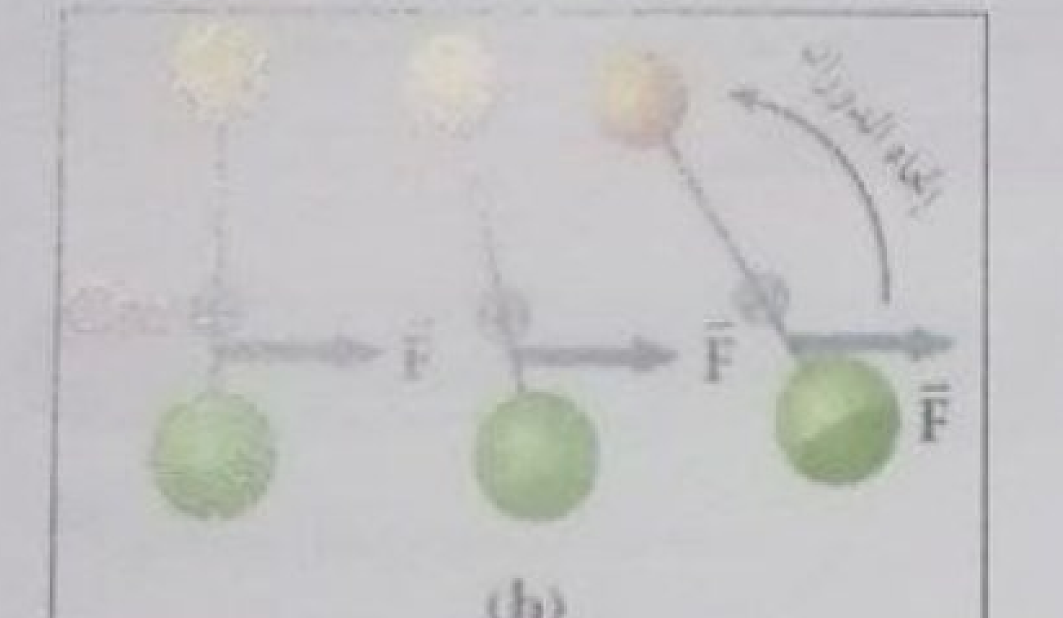
الجواب هي النقطة التي يفترض ان يكون مجموع كتل الجسيمات المؤلفة لها (m) و متركز فيها و يرمز لها بالرمز (CM) وهي مختصر كلمة (Center of Mass).

- كل جسم جاسئ ذو ابعاد هو منظومة من الجسيمات توصف حركة بدلالة نقطة مهملة تسمى مركز الكتلة للجسم و لنفرض ان منظومة من الجسيمات موصلة مع بعضها بواسطة ساق خفيفة (مهملة الوزن) و مركز كتلة المنظومة يقع على الخط الواصل بين الجسمين وهو اقرب الى الكتلة الاكبر مقدار كما موضح في الشكل.

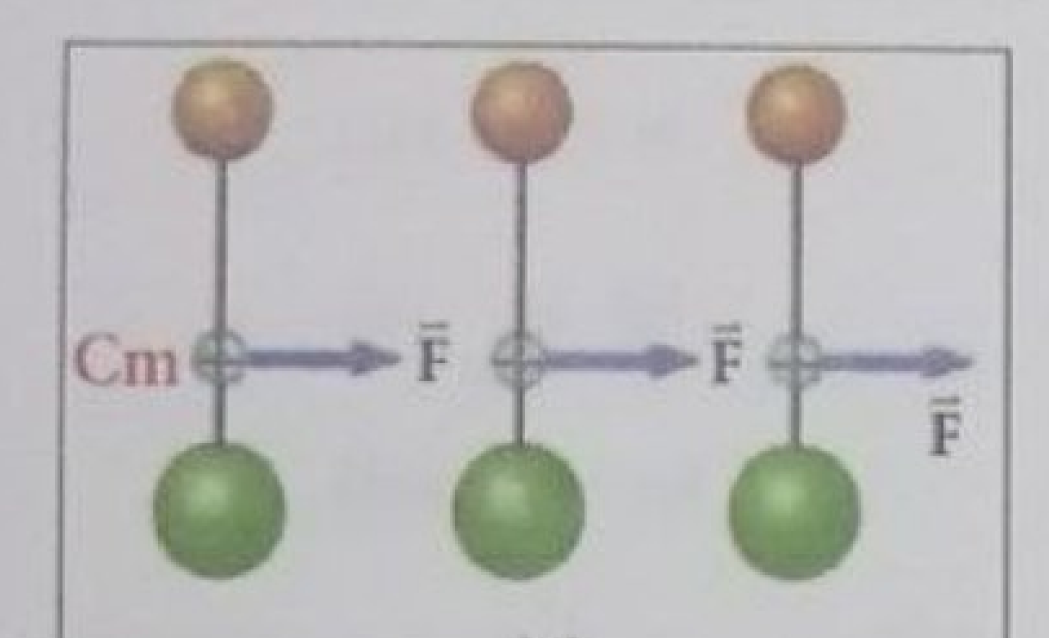


- اذا اثرت القوة $(\vec{F})$ في الساق عند نقطة تقع اقرب الى الكتلة الاصغر مقداراً فان المنظومة ستدور باتجاه دوران عقارب الساعة بتأثير عزم تلك القوة كما في الشكل (a).

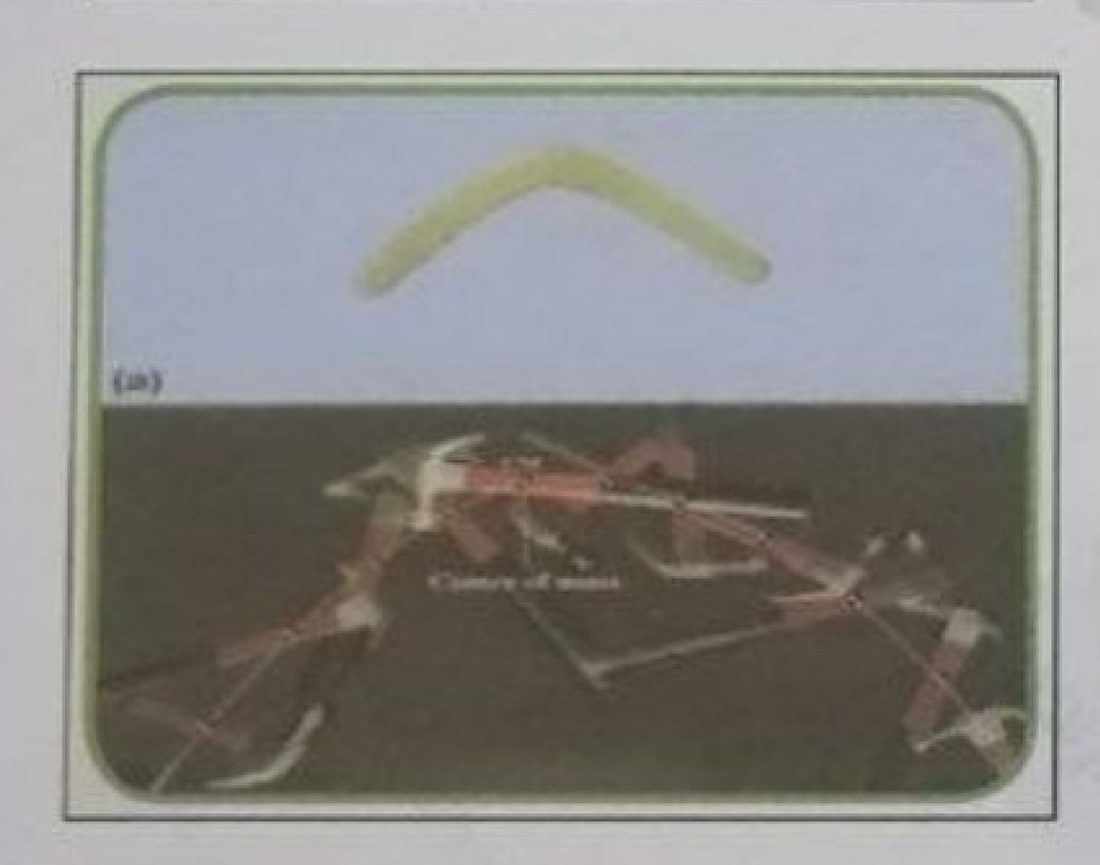





* اذا اثرت القوة $(\vec{F})$ في الساق عند نقطة تقع اقرب الى الكتلة الاكبر مقداراً فان المنظومة ستدور باتجاه معاكس لدوران عقارب الساعة بتأثير عزم تلك القوة كما في الشكل (b)



* اذا اثرت قوة $(\vec{F})$ في مركز الكتلة للمنظومة (CM) ففي هذه الحالة ستتحرك المنظومة بتعجيل $(\vec{a} = \frac{\vec{F}}{m})$ كما في الشكل (c) .



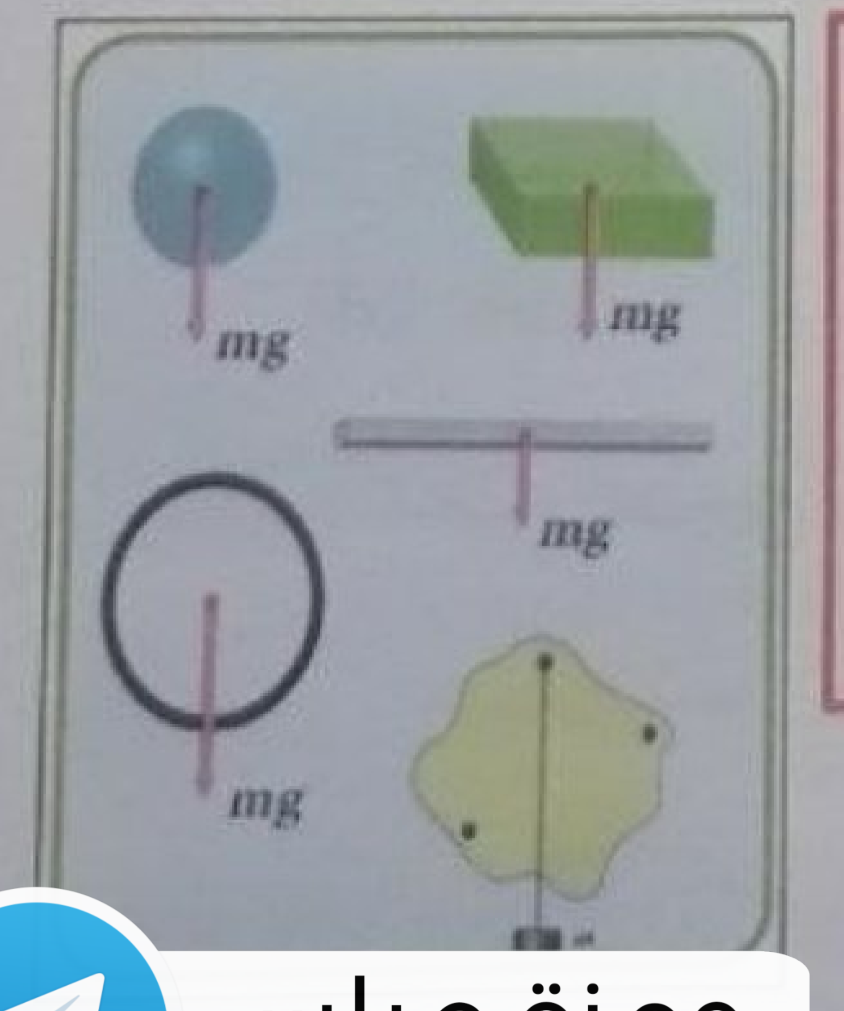
* اذا قذفت مطرقة في الهواء فانك تلاحظ ان المطرقة تدور في مسارها حول نقطة معينة هي مركز كتلتها (cm) و يكون مسار تلك النقطة بشكل قطع مكافئ وهو مسار الجسم المقذوف نفسه كما في الشكل .

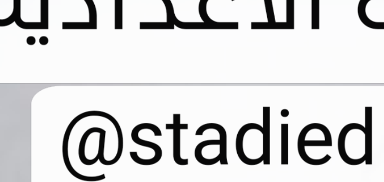
س ما المقصود بمركز ثقل الجسم؟

الجواب هو تلك النقطة التي لو علق منها الجسم في أي وضع كان فان الجسم لا يحاول الدوران لان صافي العزوم المؤثرة في الجسم حول تلك النقطة يساوي صفرا وهذه النقطة هي مركز ثقل الجسم.

ملاحظات مهمة جدا

1. ان مركز ثقل الاجسام المتجانسة و المتناظرة يقع في مركزها الهندسي .
2. مركز ثقل الجسم هو نقطة في الجسم يظهر فيها ان كل وزن الجسم متجمع فيها
3. مركز كتلة الجسم هو نقطة في الجسم التي لو كان خط فعل القوة المؤثرة في الجسم (او امتدادها) يمر فيها فان تلك القوة لا تسبب دوران الجسم .







حلول أسئلة الفصل الرابع

س1 اختر العبارة الصحيحة لكل من العبارات التالية :

1. يقاس العزم بوحدات :-

(a) N.m

(b) N/m

(c) kg.m

(d) kg/m

الجواب الاختيار الصحيح فرع (a)

2. لكي يكون الجسم متزناً و يتحقق شرطا الاتزان فان :-

(a) $\sum\vec{F}<0,\sum\tau>0$

(b) $\sum\vec{F}>0,\sum\tau=0$

(c) $\sum\vec{F}=0,\sum\tau=0$

(d) $\sum\vec{F}>0,\sum\tau=0$

الجواب الاختيار الصحيح فرع (c)

3. يدفع شخص بابا بقوة مقدارها تؤثر عمودياً على نقطة تبعد من مفاصل الباب فان عزم هذه القوة بوحدات يساوي

(a) 0.08

(b) 8

(c) 80

(d) 800

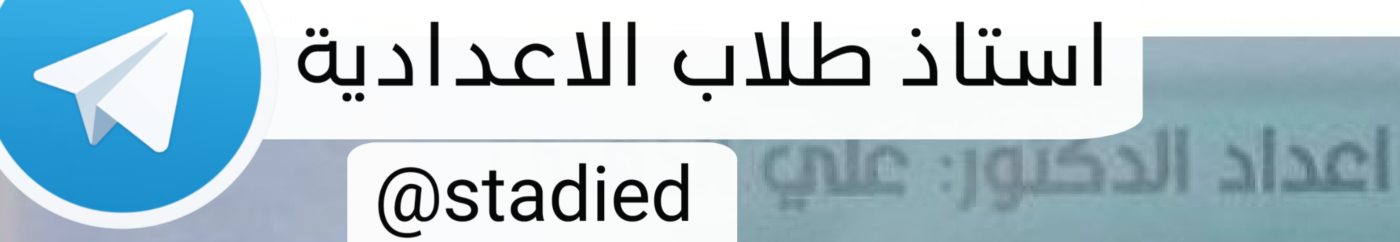
الجواب الاختيار الصحيح فرع (b)

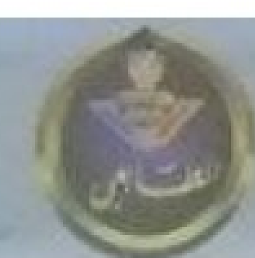
التوضيح ⇐

$$\ell = 80cm \Rightarrow \ell = \frac{80}{100} \Rightarrow \ell = 0.8m$$

$$\sum\vec{\tau} = 10\times0.8\times sin(90) \Rightarrow \sum\vec{\tau} = 8N.m$$







❹ يستقر ساق متجانس من منتصفه فوق دعامة فاذا اثرت قوتان متساويتان مقداراً و متعاكستان اتجاهاً مقداراً كل منها في طرفيه فان المحصلة القوى تساوي :-

(a) $2\vec{F}$ نحو الاعلى

(b) $(\vec{F}/2)$ نحو الاسفل

(c) $2\vec{F}$ نحو الاعلى

(d) صفرا

الجواب الاختيار الصحيح فرع (d)

التوضيح ⇐

$$\sum \vec{F} = \vec{F} + (\overrightarrow{-F}) \quad \Rightarrow \quad \sum \vec{F} = 0$$

❺ في السؤال السابق نتيجة تأثير هاتين القوتين في الساق فانه سوف :-

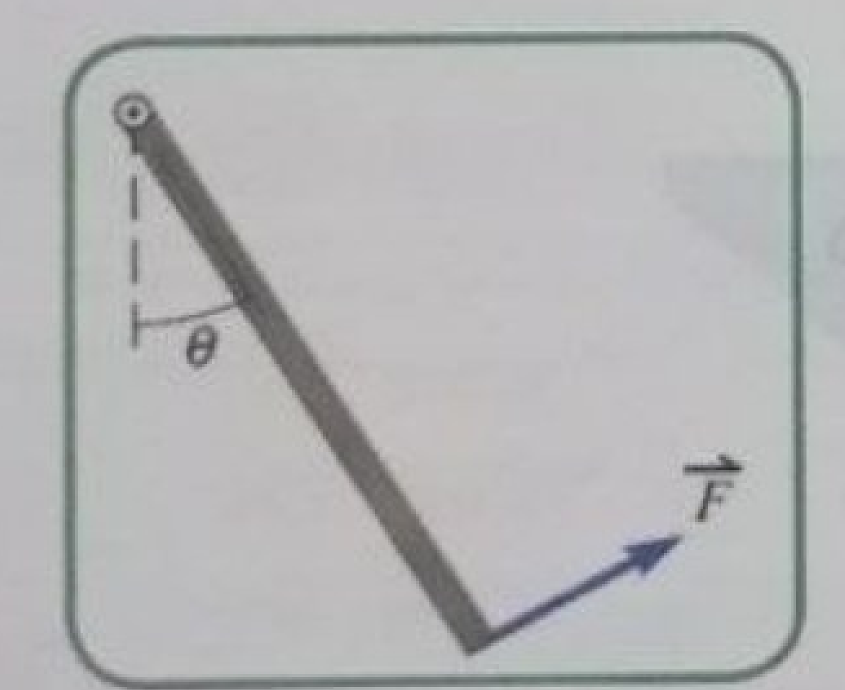
(a) يدور

(b) يبقى ساكننا

(c) يتحرك انتقاليا

(d) يتحرك اهتزازيا

الجواب الاختيار الصحيح فرع (a)



❻ عتلة متجانسة (لاحظ الشكل المجاور) معلقة من الاعلى عند النقطة و تتحرك هذه العتلة بحرية كالبندول اذا اثرت فيها قوة عاموديآ على العتلة ومن طرفها السائب فان اعظم قوة مقدارها تجعل العتلة متزنة و بزاوية مع الشاقول تساوي :-

(a) $2\ mg$

(b) $2\ mg\ sin(\theta)$

(c) $2\ mg\ cos(\theta)$

(d) $\left(\frac{mg}{2}\right) sin(\theta)$

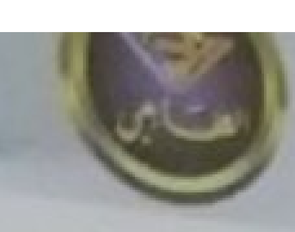
الجواب الاختيار الصحيح فرع (d)

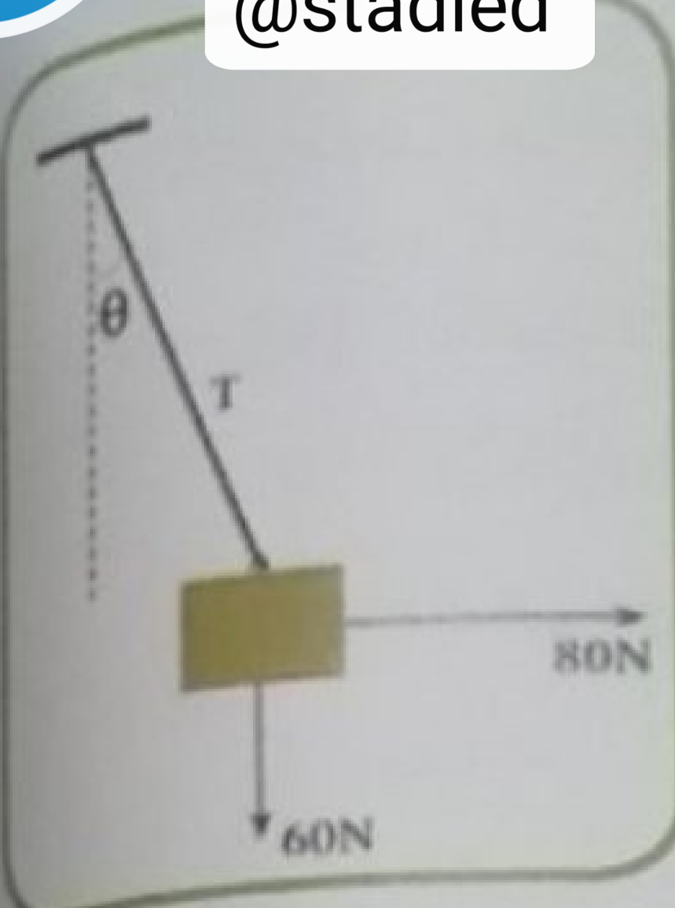
التوضيح⇐ نفرض ان طول الساق يساوي (ℓ) حيث ان البعد العمودي للوزن يساوي $(\frac{1}{2}\ell\ sin(\theta))$ والبعد العمودي للقوة (F) يساوي (ℓ) نأخذ العزوم حول النقطة (O) وكالاتي:-

$$\vec{\tau} = \vec{F} \times \ell \quad \Rightarrow \quad \vec{\tau} = \vec{F}\ \ell\ sin(\theta) \quad \Rightarrow \quad \vec{F} = \frac{\tau}{\ell\ sin(\theta)}$$

اي ان مقدار القوة (F) يتناسب عكسيا مع ذراع القوة (ℓ) بثبوت عزم القوة (τ) نطبق الشرط الثاني للأتزان ونتخذ النقطة (O) مركز العزوم وكالاتي:-

$$\vec{F} \times \ell - mg \times \frac{1}{2}\ \ell\ sin(\theta) = 0 \quad \Rightarrow \quad \vec{F} = \frac{\frac{1}{2} mg\ \ \ell\ sin(\theta)}{\ell} \quad \Rightarrow \quad \vec{F} = \frac{mg}{2}\ sin(\theta)$$



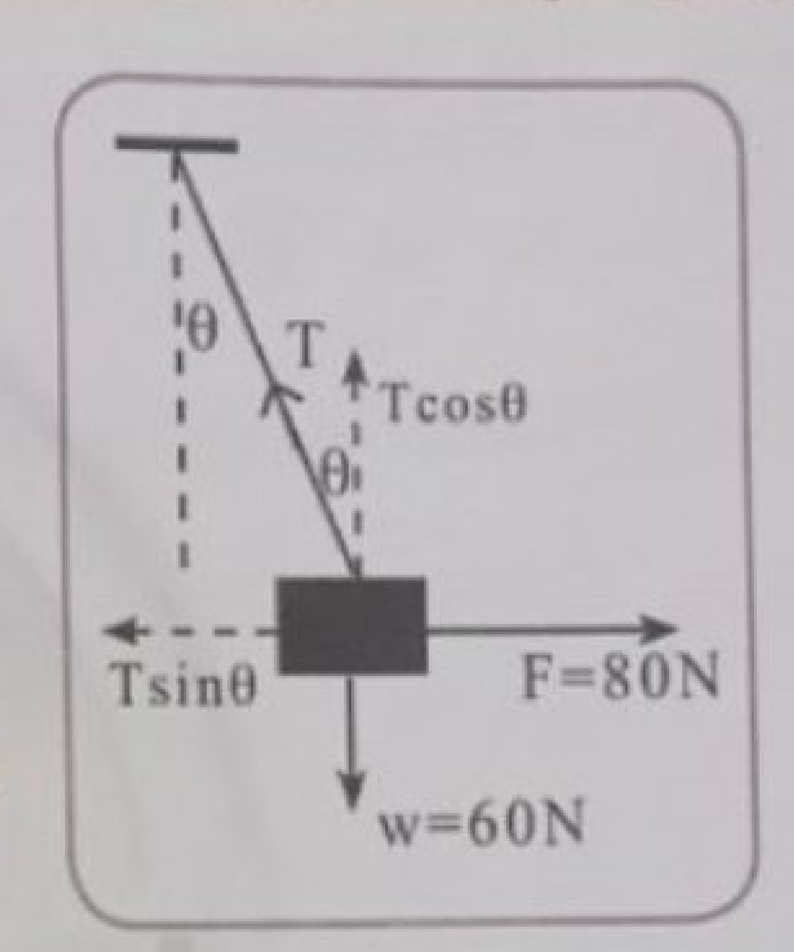


❼ صندوق يزن معلق بوساطة حبل في مستد راسي لاحظ الشكل المجاور فاذا اثرت فيه قوة افقية مقدارها فسوف يصنع الحبل مع الشاقول زاوية قياسها

(a) 37°
(b) 45°
(c) 60°
(d) 53°

الجواب الاختيار الصحيح فرع (d)

التوضيح ⇐ بما ان الجسم في حالة اتزان سكوني نطبق الشرط الاول للأتزان ونحلل القوة المائلة $(\vec{T})$ الى مركبتيها الافقية والشاقولية وكالاتي:-

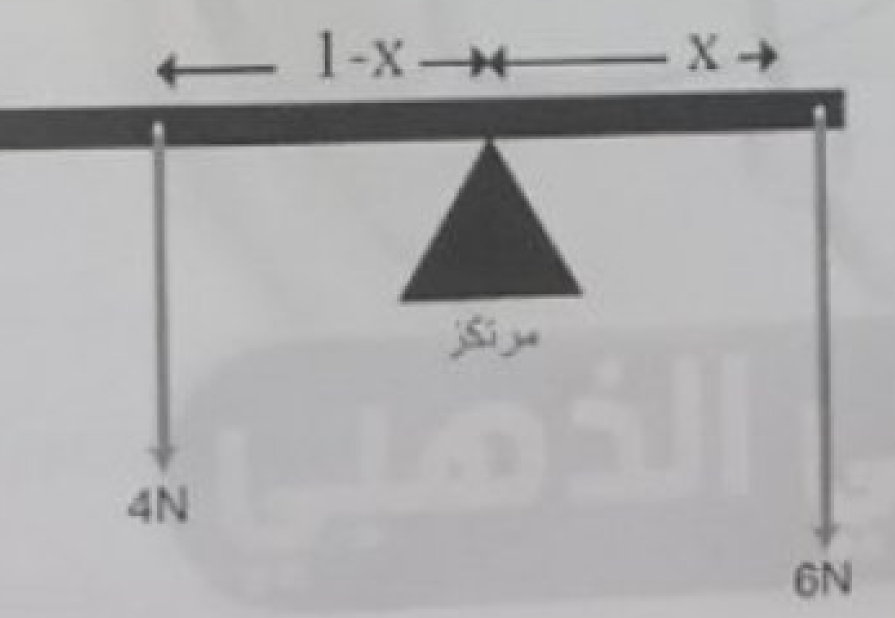


$$\sum \vec{F_x} = 0$$
$$T\sin\theta - F = 0 \quad \Rightarrow \quad T\sin\theta = F$$
$$T\sin\theta = 80 \dots\dots\dots (1)$$
$$\sum \vec{F_y} = 0$$
$$T\cos\theta - w = 0 \quad \Rightarrow \quad T\cos\theta = w$$
$$T\cos\theta = 60 \dots\dots\dots (2)$$

وبقسمة معادلة (1) على معادلة (2) نحصل على :-

$$\frac{T\sin\theta}{T\cos\theta} = \frac{80}{60} \quad \Rightarrow \quad \tan\theta = \frac{4}{3} \quad \Rightarrow \quad \tan\theta = 53^{\circ}$$

❽ لوح متجانس وزنه و طوله معلق في احد طرفيه جسم وزنه لاحظ الشكل المجاور يتزن افقياً عند نقطة يرتكز عليها تبعد عن الطرف المعلق به الجسم مسافة :-



(a) 0.2m
(b) 0.4m
(c) 0.6m
(d) 0.8m

الجواب الاختيار الصحيح فرع(b)

التوضيح ⇐ بما ان اللوح يتزن افقيا اذن اللوح في حالة اتزان دوراني ونطبق الشرط الثاني للاتزان (صافي العزوم الخارجية المؤثرة في الجسم حول محور معين يساوي صفر$(\sum \vec{\tau} = 0)$) وتتخذ منطقة المرتكز مركزاً للعزوم ووزن الجسم المعلق في احد الطرفين (6N) يعمل على تدوير اللوح بأتجاه دوران عقارب الساعة حيث ان:-

$\tau_{x1} = -6x$ العزم المدور بأتجاه دوران عقارب الساعة

وزن اللوح (4N) يعمل على تدوير اللوح بأتجاه معاكس لدوران عقارب الساعة .

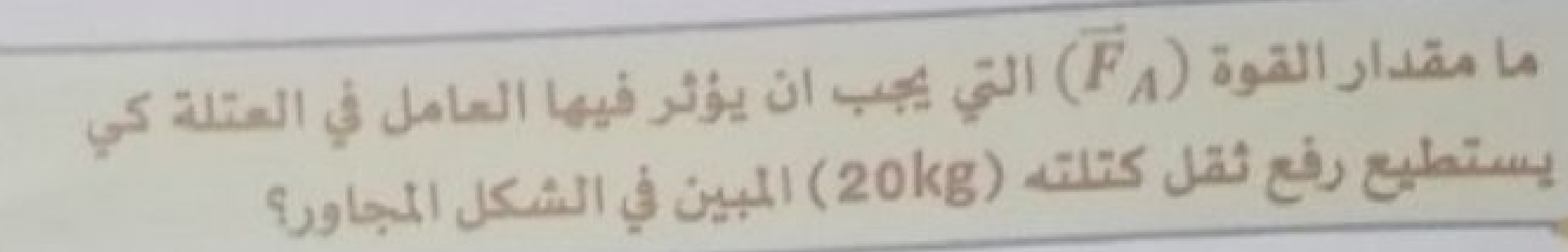
$\tau_{x2} = 4(1-x)$ العزم المدور بأتجاه معاكس لدوران عقارب الساعة

$$\sum \vec{\tau}_{net} = 0$$

$\Rightarrow \quad -6x + 4 - 4x = 0$

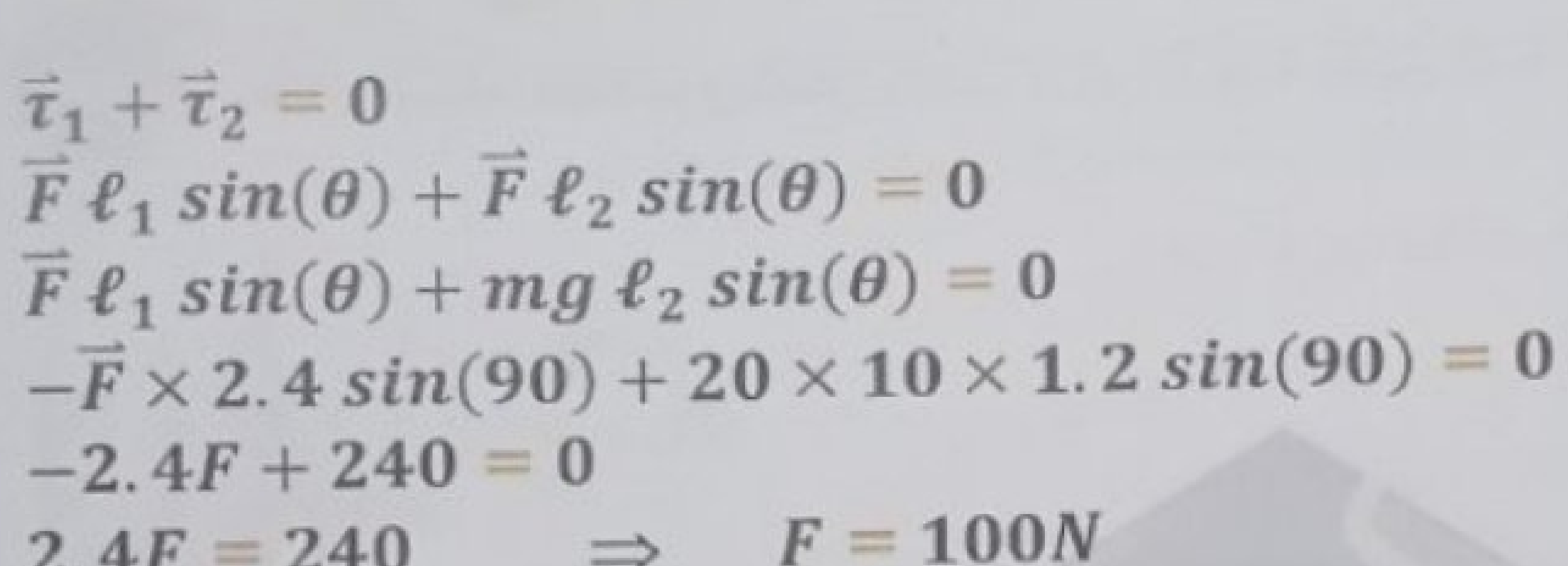
$\Rightarrow \quad x = 0.4m$



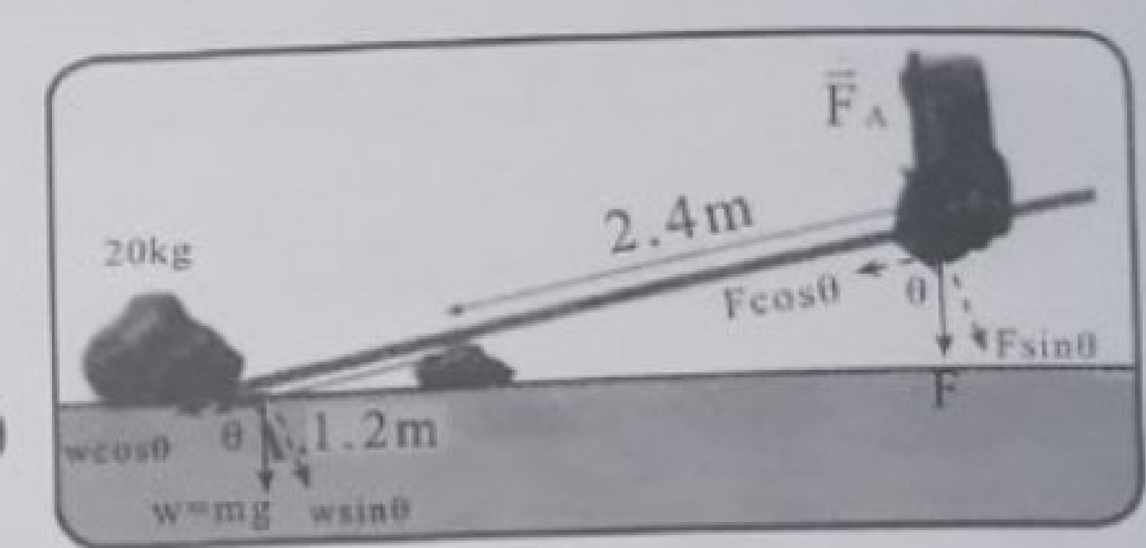


حلول مسائل الفصل الرابع

س1 ما مقدار القوة $(\vec{F}_A)$ التي يجب ان يؤثر فيها العامل في العتلة كي يستطيع رفع ثقل كتلته $(20kg)$ المبين في الشكل المجاور؟



الحل من خلال الشرط الثاني للأتزان الدوراني الاتي:-



$$\vec{\tau}_1 + \vec{\tau}_2 = 0$$
$$\vec{F}\,\ell_1\sin(\theta) + \vec{F}\,\ell_2\sin(\theta) = 0$$
$$\vec{F}\,\ell_1\sin(\theta) + mg\,\ell_2\sin(\theta) = 0$$
$$-\vec{F}\times 2.4\sin(90) + 20\times 10\times 1.2\sin(90) = 0$$
$$-2.4F + 240 = 0$$
$$2.4F = 240 \Rightarrow F = 100N$$

س2 صباغ يقف فوق لوح منتظم يتزن افقيا كما مبين في الشكل المجاور وهو معلق من طرفيه بحبلين قوة الشد فيها $(\vec{F}_R,\vec{F}_L)$ ومقدار كتلة الصباغ $(75kg)$ وكتلة اللوح $(20kg)$ فاذا كانت المسافة من الطرف الايسر للوح الى موضع وقوف الصباغ هي $(2m)$ وان الطول الكلي للوح $(5m)$ اوجد:-

a) مقدار القوة $\vec{F}_L$ المؤثرة بواسطة الحبل الايسر في اللوح.

b) مقدار القوة $\vec{F}_R$ المؤثرة بواسطة الحبل الايمن في اللوح.



الحل بما ان النظام متزنا (اللوح والصباغ) اي ان الجسم في حالة اتزان سكوني اي تطبيق شرطا الاتزان يكون في حالة اتزان انتقالي واتزان دوراني في الوقت نفسه ويتحقق شرطا الاتزان وكالاتي:-

محصلة القوى الخارجية المؤثرة تساوي صفر اي ان:-

$$\sum \vec{\tau}_{net} = 0 \Rightarrow \sum \vec{\tau}_R + \vec{\tau}_L = 0$$
$$\vec{\tau}_R + \vec{\tau}_L = 750 + 200 \Rightarrow \vec{\tau}_R + \vec{\tau}_L = 950 \;\ldots\ldots\ldots (1)$$

وان صافي العزوم الخارجية المؤثرة في الجسم حول محور معين يساوي صفر اي ان:-

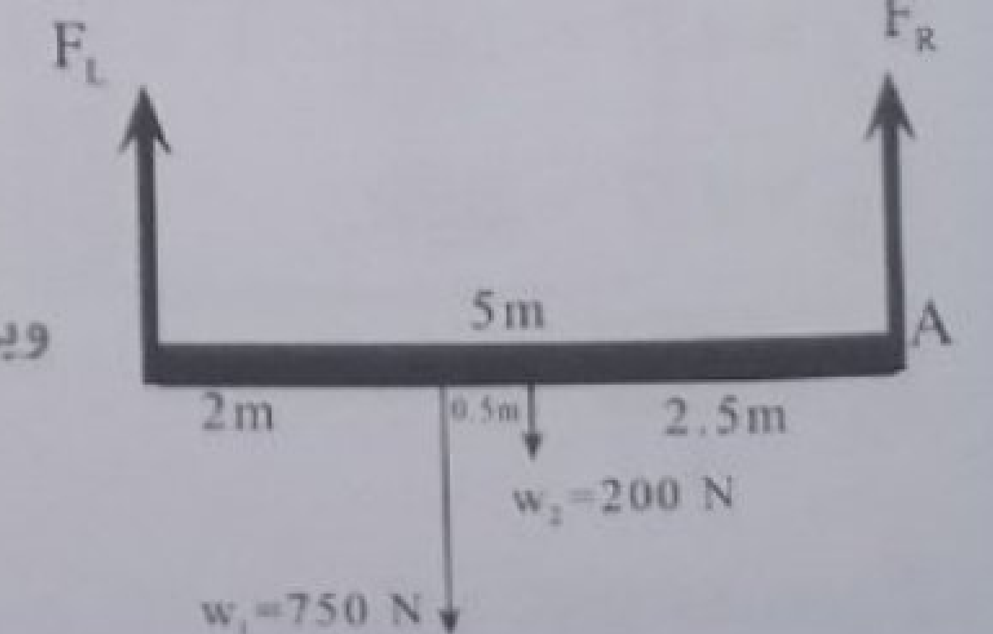
$$\sum \vec{\tau}_{net} = 0$$

ونتخذ النقطة (A) مركزا للعزوم وتكون:-

مجموعة العزوم باتجاه دوران عقارب الساعة = مجموع العزوم باتجاه معاكس لدوران عقارب الساعة

ان عزم اي قوة تمر من مركز العزوم يساوي صفرا لان البعد العمودي للقوة يساوي صفرا.

$$\vec{F}_L\times 5 = \vec{F}_R\times 0 + 750\times 3 + 200\times 2.5$$
$$5\vec{F}_L = 2250 + 500 \Rightarrow 5\vec{F}_L = 2750$$
$$\vec{F}_L = 550N$$



وبالتعويض في معادلة (1) نحصل على:-

$$\vec{F}_R + 550 = 950 \Rightarrow \vec{F}_R = 950 - 550$$
$$\vec{F}_R = 400N$$





س3 يقف صباغ على ارتفاع (3m) من الارض فوق سلم طوله (5m) يستند طرفه الاعلى على جدار شاقولي عند نقطة تبعد (4.7m) عن سطح الارض لاحظ الشكل المجاور فاذا كان وزن الصباغ (680N) ووزن السلم (120N) وعلى فرض عدم وجود قوة احتكاك بين السلم والجدار اوجد قوة الاحتكاك (f_s) بين الارض والطرف الاخر للسلم.

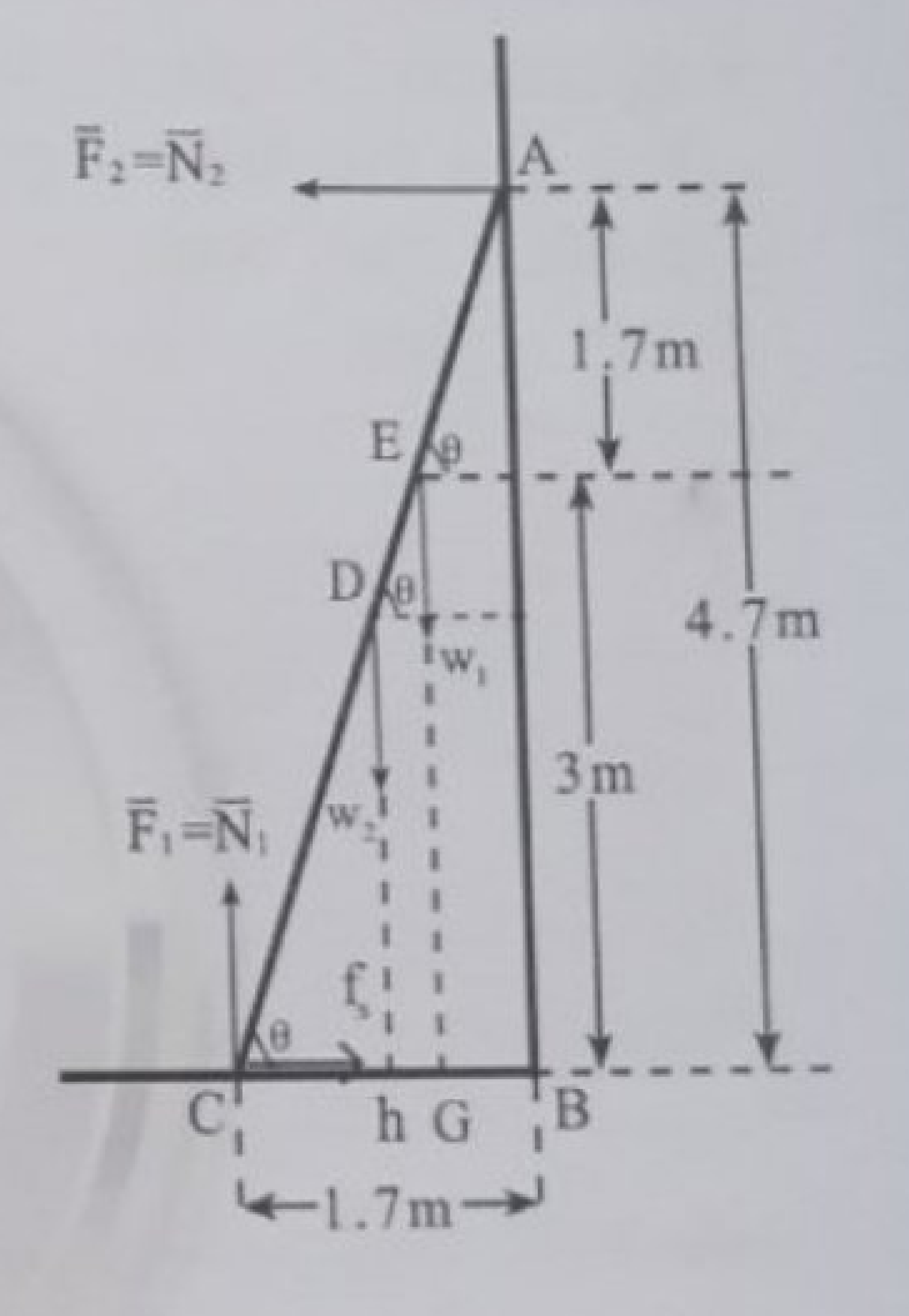


بما ان السلم منتظم ويشكل مثلث قائم الزاوية نطبق عليه نظرية فيثاغورس وكالاتي:-

$$(AC)^2 = (AB)^2 + (BC)^2$$

$$(5)^2 = (4.7)^2 + (BC)^2$$

$$BC = 1.7m$$



ومن تشابه المثلثين (ABC) و (CGE) وكالاتي:-

$$tan(\theta) = \frac{4.7}{1.7} = \frac{3}{CG}$$

$$4.7\,CG = 3 \times 1.7 \quad \Rightarrow \quad CG = 1.1m$$

$$cos(\theta) = \frac{1.7}{5} = \frac{Ch}{2.5}$$

$$5\,Ch = 1.7 \times 2.5 \quad \Rightarrow \quad Ch = 0.85m$$

وبما ان النظام متزنا فهو في حالة اتزان سكوني يجب ان يكون في حالة اتزان انتقالي واتزان دوراني في الوقت نفسه ويتحقق شرطا الاتزان:-

$$\sum \vec{\tau}_{net} = 0$$

وتتخذ النقطة (C) مركزا للعزوم وتكون:-

$$\vec{F}_2 \times (AB) = W_1 \times (CG) + W_2 \times (Ch)$$

$$\vec{F}_2 \times 4.7 = 680 \times 1.1 + 120 \times 0.85$$

$$\vec{F}_2 \times 4.7 = 850$$

$\vec{F}$ 850

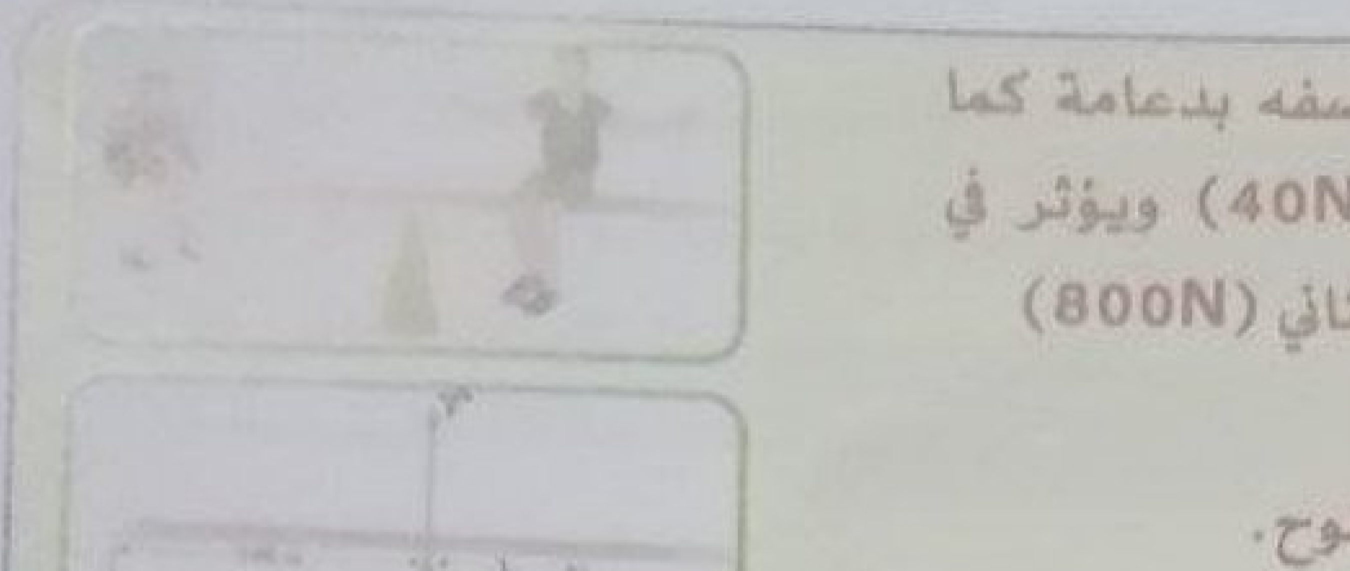
18



س4: يجلس ولدان على لوح متجانس مثبت من منتصفه بدعامة كما مبين في الشكل المجاور فاذا كان وزن اللوح (40N) ويؤثر في منتصفه وكان وزن الولد الاول (350N) والولد الثاني (800N) فأوجد ما يلي:-

a) القوة العمودية $F_\perp$ التي تؤثر بها الدعامة في اللوح.

b) البعد L المبين في الشكل لكي يتزن اللوح افقيا.





الحل

a) لحساب مقدار القوة العمودية التي تؤثر بها الدعامة في اللوح نطبق الآتي:-

محصلة القوى الى الاعلى = محصلة القوى للأسفل

$$F_\perp = F_1 + F_2 + w$$
$$F_\perp = 350 + 800 + 40$$
$$F_\perp = 1190N$$

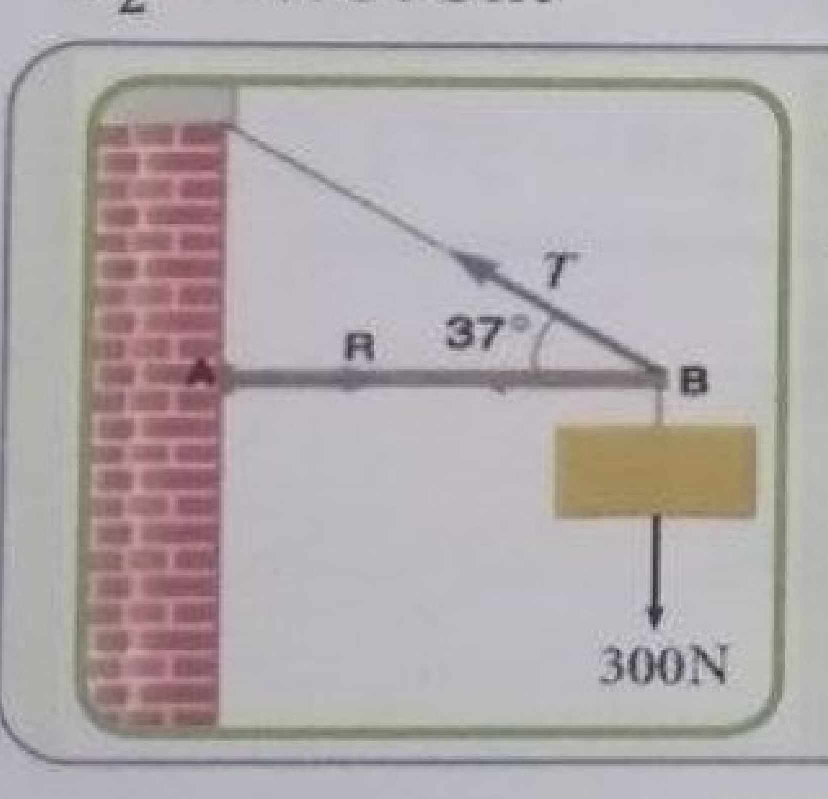
b) لحساب البعد L المبين في الشكل لكي يتزن اللوح افقيا نأخذ العزوم في نقطة الاتزان (O) وكالآتي:-

$$\sum \vec{\tau}_{net} = 0$$
$$\vec{\tau}_1 + (-\vec{\tau}_2) = 0$$
$$\overrightarrow{F_1}\,\ell_1 \sin(\theta) - \overrightarrow{F_1}\,\ell_2 \sin(\theta) = 0$$
$$350 \times 2 \times \sin(90) - 800 \times \ell_2 \sin(90) = 0$$
$$700 - 800\,\ell_2 = 0$$
$$800\,\ell_2 = 700$$
$$\ell_2 = 0.875m$$

تم تعويض عن $\vec{\tau}_2$ بأشارة سالبة وذلك لان اتجاه حركتها للاسفل

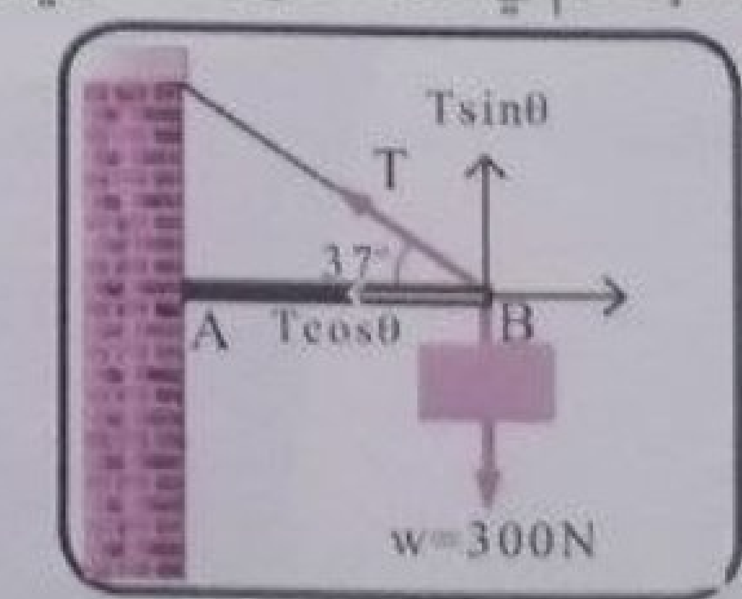
س5: لوح افقي مهمل الوزن طوله (6m) يبرز من جدار بناية وطرفه السائب مربوط بحبل الى جدار ويصنع زاوية (37°) مع الافق كما مبين في الشكل المجاور علق طرفه السائب ثقل مقداره (300N) ما مقدار:-

a) الشد T في حبل الربط　　b) رد فعل الجدار R على اللوح



الحل

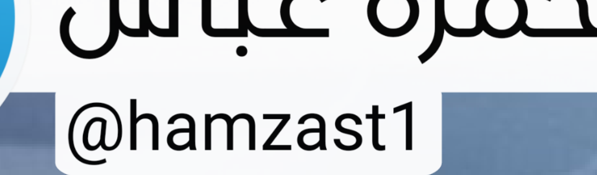
a) الجسم في حالة اتزان سكوني وبذلك فأن محصلة القوى الخارجية المؤثرة في الجسم تساوي صفر:-

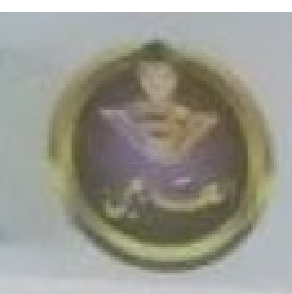


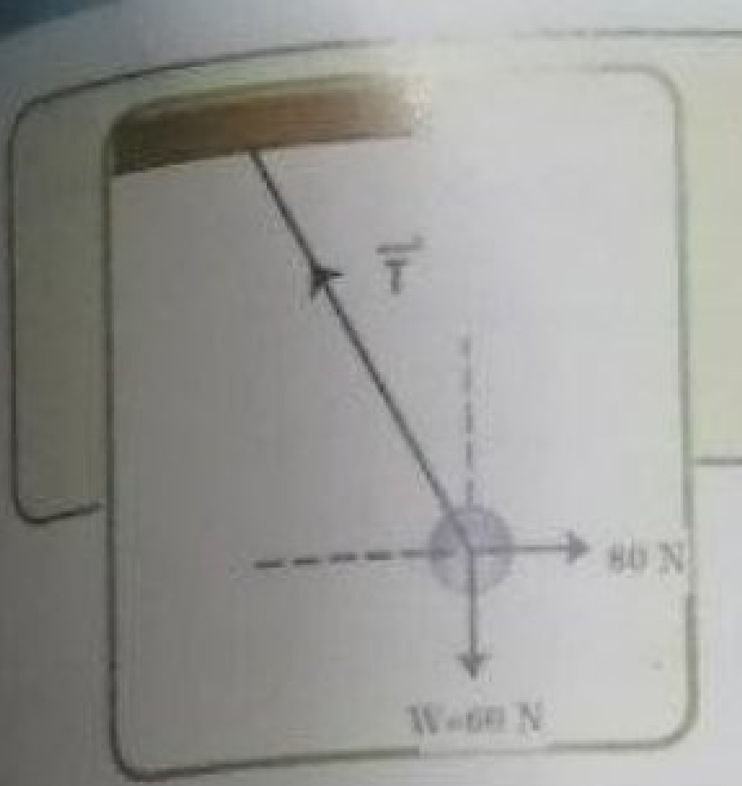
$$\sum \vec{F}_{net} = 0$$
$$T\sin(\theta) - w = 0 \quad \Rightarrow \quad T\sin(\theta) = w$$
$$T\sin(37^\circ) = 300$$
$$T \times 0.6 = 300 \quad \Rightarrow \quad T = 500N$$

b) لحساب مقدار رد فعل الجدار R على اللوح نطبق الآتي:-

$$\sum \vec{F}_{net} = 0 \quad \Rightarrow \quad R - T\cos(\theta) = 0$$
$$500 \times \cos(37^\circ) = R \quad \Rightarrow \quad 500 \times 0.8 = R \quad \Rightarrow \quad R = 400N$$



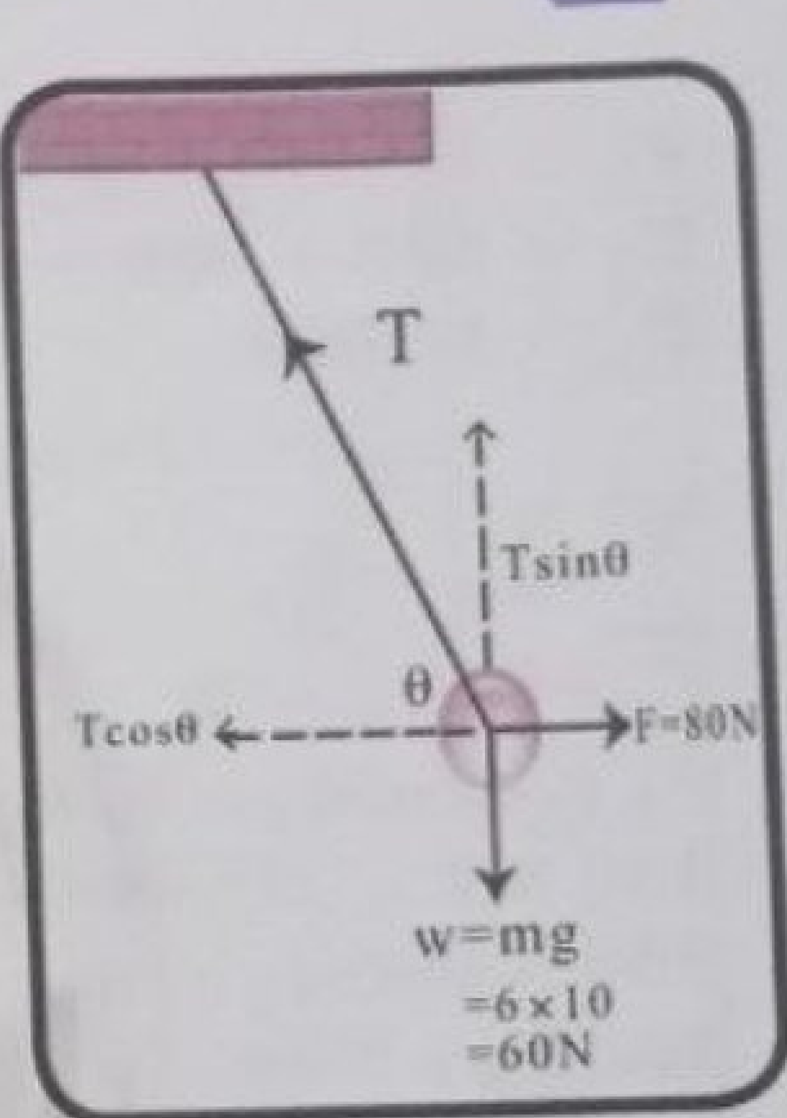




س6 اثرت قوة افقية مقدارها (80N) في جسم كتلته (6kg) معلق بواسطة حبل لاحظ الشكل المجاور ما مقدار واتجاه قوة الشد (T) التي يؤثر بها الحبل على الجسم المعلق لتبقيه في حالة اتزان سكوني؟ اعتبر (g=10N/kg)



الحل الجسم في حالة اتزان سكوني وبذلك فأن محصلة القوى الخارجية المؤثرة في الجسم تساوي صفرا اي ان:-



$$\sum \vec{F}_{net} = 0 \quad \Rightarrow \quad T\sin(\theta) - w = 0$$

$$T\sin(\theta) = w \quad \Rightarrow \quad T\sin(\theta) = 60 \;\ldots\ldots (1)$$

$$\sum \vec{F}_{net} = 0 \quad \Rightarrow \quad T\cos(\theta) - F = 0$$

$$T\cos(\theta) = F \quad \Rightarrow \quad T\cos(\theta) = 80 \;\ldots\ldots (2)$$

وبقسمة معادلة (1) على معادلة (2) نحصل على:-

$$\frac{T\sin\theta}{T\cos\theta} = \frac{60}{80} \quad \Rightarrow \quad \tan\theta = 0.75 \quad \Rightarrow \quad \theta = 37^\circ$$

نعوض عن $(\theta = 37^\circ)$ في احدى المعادلتين للحصول على مقدار قوة الشد (T) وليكن في معادلة (1) وكالاتي:-

$$T\sin(37^\circ) = 60 \quad \Rightarrow \quad T \times 0.6 = 60 \quad \Rightarrow \quad T = 100N$$

لا يمكنك أن ترى صورتك في الماء
وهو يغلي .. وكذلك لا يمكنك أن ترى
الحقائق وانت غاضب .. إنتظر حتى
تهدأ ثم أعط قرارك كي لاتندم





5 الفصل الخامس

الشغل والقدرة والطاقة والزمن

(5-1) مفهوم الشغل

س ما المعنى الفيزيائي للشغل؟ ذاكرا عليه امثلة؟

الجواب المعنى الفيزيائي للشغل هو قوة مقدارها (F) تؤثر في جسم وتزيحه ازاحة ما وبشكل موازي لتلك القوة او لأحدى مركباتها. ومن الأمثلة على الشغل :-

1. في الشكل القوة (F) تؤثر على جسم (صندوق) حركته ازاحة (x) من (a) الى (b) فأنها تنجز عليه شغلا.



2. في الشكل قوة (F) مائلة تحلل الى مركبتين فتزيحه ازاحة (x) لذلك فأن اي قوة مائلة تحلل الى مركبتين افقية $(F\ cos\theta)$ و عمودية $(F\ sin\theta)$ فأن المركبة الأفقية هي التي تنجز شغلا لأن اتجاهها باتجاه حركة الجسم.

حيث ان الشغل (W) يكون كالاتي:-

$$W = \vec{F} \cdot \vec{x}$$
$$W = F \cdot x \cos(\theta)$$

س ما المقصود بالشغل رياضيًا؟

الجواب يعرف الشغل رياضيا على انه حاصل الضرب النقطي بين متجهي القوة $(\vec{F})$ والازاحة $(\vec{x})$ ويعطى بالعلاقة الاتية :-

$$W = \vec{F} \cdot \vec{x}$$
$$W = F \cdot x \cos(\theta)$$

حيث أن :-

(W) الشغل المنجز على الجسم معين ويقاس بوحدة الجول (J)

$(\vec{F})$ متجه القوة الثابتة المؤثرة في الجسم وتقاس بوحدة النيوتن (N)

$(\vec{x})$ متجه الازاحة ويقاس بوحدة (m)

(θ) الزاوية المحصورة بين متجه القوة $(\vec{F})$ و متجه الأزاحة $(\vec{x})$

ملاحظات مهمة جدا

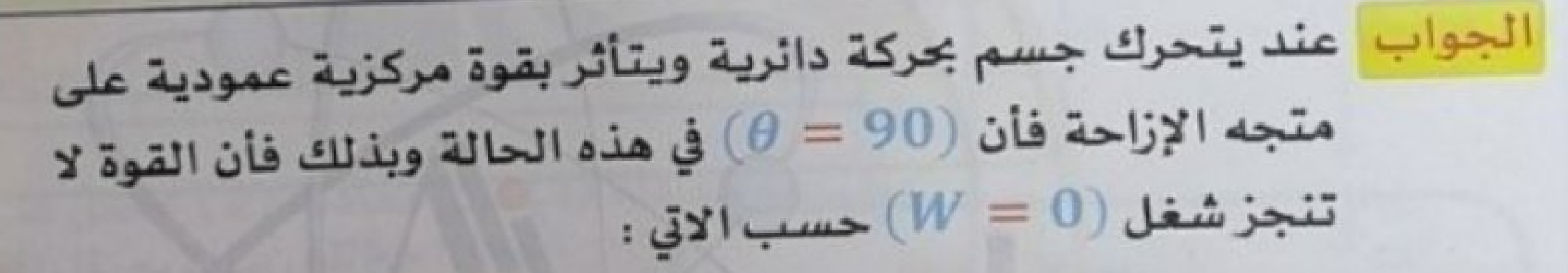
1. الشغل كمية عددية وحدة قياسه $(N.m)$ وتسمى جول $(Joule)$
2. الشغل كمية عددية قياسية اي انها تكون موجبة او سالبة او صفرا
3. تعتمد اشارة الشغل على الزاوية (θ) المحصورة بين متجهي القوة والإزاحة فقط
4. اذا كانت الزاوية (θ) مائلة (يعني متجه القوة $(\vec{F})$ يصنع زاوية من $(0 - 90)$ مع متجه الإزاحة $(\vec{X})$ فان الشغل سيكون موجب
5. اذا كانت الزاوية منفرجة (θ) التي يصنعها متجه القوة (F) مع متجه الازاحة (X) محصورة بين $(90 - 180)$ فان الشغل سيكون مقداره سالب
6. يكون الشغل مقداره يساوي صفرا اذا كانت الزاوية (θ) تساوي صفرا $(\theta = 90)$ لان :-

$$W = F.x\cos(\theta)$$
$$W = F.x\cos(90)$$
$$W = 0$$

7. اذا كانت القوة $(\vec{F})$ باتجاه الإزاحة $(\vec{X})$ فان الشغل سيكون قيمة موجبة $(+W)$ واذا كانت القوة $(\vec{F})$ بأتجاه معاكس لاتجاه الأزاحة $(\vec{x})$ فأن الشغل سيكون قيمة سالبة $(-W)$

س متى لا تنجز القوة شغلا ؟ مع ذكر مثال؟

الجواب عند يتحرك جسم بحركة دائرية ويتأثر بقوة مركزية عمودية على متجه الإزاحة فأن $(\theta = 90)$ في هذه الحالة وبذلك فأن القوة لا تنجز شغل $(W = 0)$ حسب الاتي :



القوة المركزية

$$W = F.x\cos(\theta)$$
$$W = F.x\cos(90)$$
$$W = 0$$

حلول اسئلة فكر ص94 كتاب

س1 شخص يمشي افقيا ويحمل صندوقا بيديه ما مقدار الشغل الذي يبذله الشخص؟

الجواب في هذه الحالة تكون القوة عمودية على وحدة الإزاحة وبذلك فيكون فأن $(\cos(90) = 0)$

$$W = F.x\cos(\theta)$$
$$W = F.x\cos(90)$$
$$W = 0$$

س2 ما مقدار الشغل الذي ينجزه طالب يدفع جداراكما في الشكل الاتي؟

الجواب لا ينجز شغلا اي ان $(W = 0)$ وذلك لان القوة عمودية على الازاحة اي انها تصنع زاوية مقدارها $(\cos(90)=0)$ حسب الأتي:-

$$W = F.x\cos(\theta)$$
$$W = F.x\cos(90)$$
$$W = 0$$



مثال (1)/ ص95 (كتاب)

رجل يسحب مكنسة كهربائية بقوة تساوي $F = 50N$ بزاوية 30° مع الافق لاحظ الشكل احسب الشغل المنجز من قبل القوة على المكنسة الكهربائية عند تحريكها ازاحة مقدارها $3m$ باتجاه اليمين.



الحل

$$W = F\,x\cos\theta$$

$$W = 50 \times 3 \times \cos(30) \Rightarrow W = 150 \times 0.866 \Rightarrow W = 130J$$

س / لو ان القوة المؤثرة في جسم معين لم تستطيع تحريكه فما مقدار الشغل الذي تكون قد بذلته تلك القوة في هذه الحالة ؟



الجواب يكون الشغل مساوي صفر $(W = 0)$ لأن الجسم لم يتحرك يعني الازاحة تساوي صفر $(x = 0)$ حسب العلاقة الأتية :

$$W = F.x\cos(\theta) \Rightarrow W = F.(0)\cos(0) \Rightarrow W = 0$$



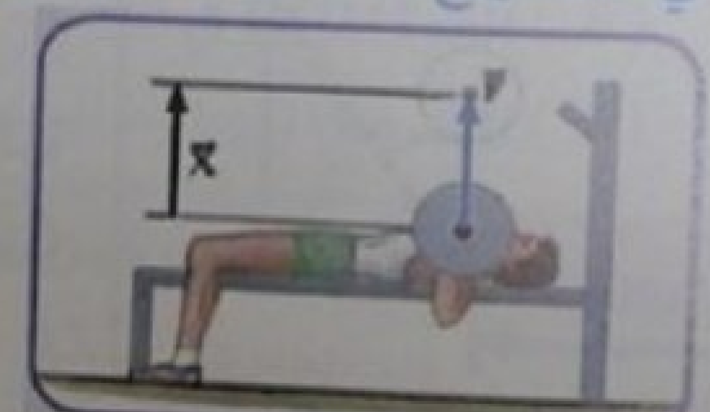
مثال (2)/ ص95 (كتاب)

يبين الشكل رافع الاثقال الذي يحمل الاثقال التي مقدارها 710 N ويتبين انه يرفع الاثقال لأزاحه مقدارها 0.65m الى الأعلى ويخفض الثقل الى الاسفل بالإزاحة نفسها. فاذا كانت عملية رفع وخفض الاثقال تمت بسرعة ثابتة فأوجد الشغل المنجز على الاثقال من قبل رافع الاثقال في حالة

a) رفع الاثقال b) خفض الاثقال

الحل

a) في حالة رفع الاثقال كما في الشكل الاتي فان الشغل المنجز بوساطة القوة $\vec{F}$ يعطى بالعلاقة :-



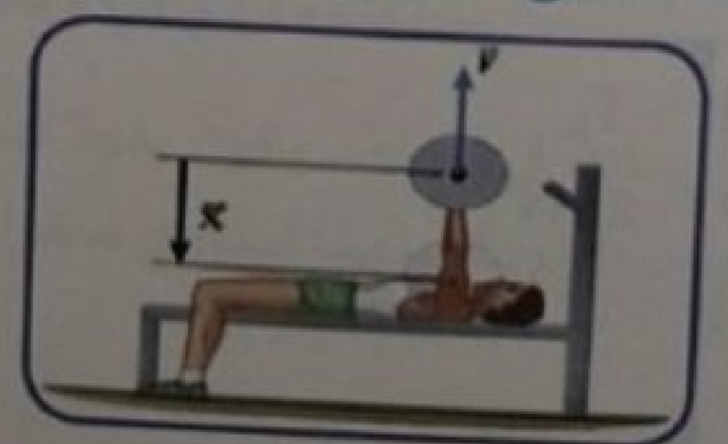
$$W = F\,x\cos\theta$$

$$W = 710 \times 0.65 \times \cos(0)$$

$$W = 461.5 \times 1$$

$$W = 461.5J$$

b) في حالة خفض الاثقال كما في الشكل فأن الشغل المنجز بوساطة القوة $\vec{F}$ يعطى بالعلاقة :-



$$W = F\,x\cos\theta$$

$$W = 710 \times 0.65 \times \cos(180)$$

$$W = 461.5 \times (-1)$$

$$W = -461.5J$$

ومن هذا نجد ان الشغل سالب في هذه الحالة لان متجه القوة معاكس لاتجاه الازاحة في حين كان الشغل في حالة رفع الاثقال موجبا لان متجه القوة بنفس الازاحة.



(2-5) التمثيل البياني للشغل

اذا تم ازاحة جسم افقيا بتأثير قوة ثابتة فأنه يمكن تمثيل العلاقة بين القوة والإزاحة بيانيا كما موضح في الشكل الأتي :-

حيث ان :-

المحور الأفقي (x) يمثل الإزاحة $(\vec{x})$

المحور العمودي (y) يمثل القوة $(\vec{F})$

عندما تكون القوة ثابتة ولا تتغير حيث ان :-

المساحة المظللة تحت المنحني = مساحة المستطيل الذي طوله (ab) وعرضه (OF)

اي ان : المساحة تحت المنحني = الشغل

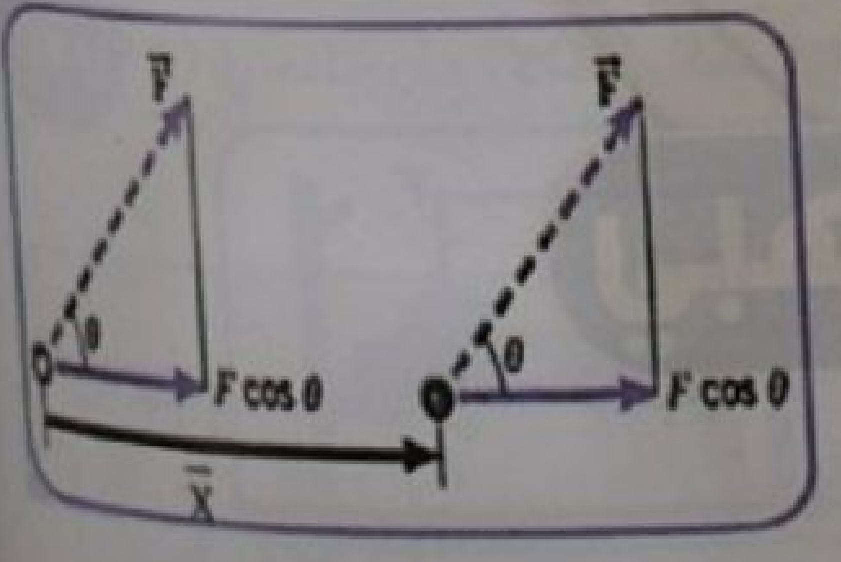
$$W = \vec{F} \cdot \vec{x}$$

س ماذا لو اثرت في جسم معين عدة قوى ؟

الجواب نقوم بتحليل كل قوة الى مركبتيها ثم نحسب شغل مركبة كل قوة على حدة ثم نحسب الشغل الكلي الذي يمثل شغل القوة المحصلة .

مثال (3) / ص27 (كتاب)

يسحب شخص صندوقا على سطح افقي خشن بسرعة ثابتة بتأثير قوة الشد $\vec{F}$ والتي تصنع زاوية مقدارها (5m) فاذا كانت قوة الاحتكاك الانزلاقي (f_k) بين الصندوق والسطح تساوي (20N) ما مقدار قوة الشد $\vec{F}$ وما مقدار الشغل المنجز بوساطة قوة الشد.



الحل

من الشكل نلاحظ ان قوة الاحتكاك (f_k) تساوي (20N) والمركبة الأفقية لقوة الشد تساوي $(F \cos 37°)$ وبما ان الصندوق يتحرك بسرعة ثابتة فان محصلة القوى الأفقية المؤثرة فيه تساوي صفرا $\sum \vec{F}_x = 0$ (حسب القانون الاول لنيوتن) وبالتالي فان الشغل الكلي المبذول يساوي صفرا اي ان :-

الشغل الذي تنجزه قوة الشد (W_1) + الشغل الذي تنجوه قوة الاحتكاك الانزلاقي (W_2) = صفرا

$$W_1 = -W_2$$

وان قوة الشد الافقية $(F \cos \theta)$ تساوي وتعاكس قوة الاحتكاك الانزلاقي (f_k) ومنها :-

$$F \cos \theta = f_k$$

$$F \cos 37° = 20N$$

$$F \times 0.8 = 20N$$

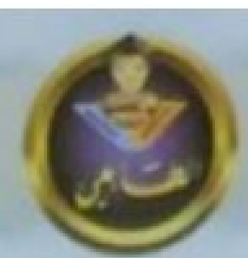
$$F = 25N$$

الشغل المبذول بوساطة قوة الشد (F) هو (W_1) :-

$$W_1 = 100$$







(3-5) القدرة

س عرف القدرة مع ذكر العلاقة الرياضية؟ ووحدات قياسها؟

الجواب القدرة هي المعدل الزمني لإنجاز شغل ويرمز له بالرمز (P) ويعطى بالعلاقة الأتية

$$P = \frac{W}{t}$$

حيث ان:-

(P) القدرة وتقاس بوحدة الواط (watt)

(t) الزمن ويقاس بوحدة الثانية (s)

(w) الشغل ويقاس بوحدة الجول (joule)

ووحدات قياس القدرة هي (الواط watt)

وهناك وحدة قياس اخرى تسمى القدرة الحصانية (horse power) ويرمز لها بالرمز(hp) حيث ان:- 1(hp)=746 watt

س اشتق معادلة القدرة اللحظية؟

الجواب من خلال علاقة القدرة الاتية :-

$$P = \frac{W}{t} \dots\dots (1)$$

وان الشغل (w) يعطى بالعلاقة الاتية : -

$$W = \vec{F} . \vec{x} \cos\theta \dots\dots (2)$$

نعوض معادلة (2) في (1) نحصل على :-

$$P = \frac{\vec{F} . x \cos\theta}{t}$$

وبما ان :-

$$\vec{v} = \frac{\vec{X}}{t}$$

$$\vec{P}_{inst} = \vec{F} . \vec{v} \cos\theta$$

حيث ان : -(P_{inst}) القدرة اللفظية وتقاص بوحدة $(watt)$

$(\vec{F})$ القوة المؤثرة في الجسم وتقاس بوحدة (N)

$(\vec{v})$ السرعة التي يتحرك بها الجسم وتقاس بوحدة (m/s)

مثال (4) ص99 (كتاب) مصعد كهربائي محمل بعدد من الاشخاص يرتفع الى الاعلى بسرعة ثابتة $0.7m/s$ فاذا كانت القدرة التي ينجو بها السلك الفولاذ الحامل للمصعد $20300watt$ احسب قوة الشد في السلك كما موضح في الشكل.

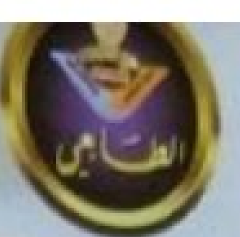


ان تأثير السلك في المصعد يكون بقوة شد باتجاه الاعلى في اثناء صعوده وبذلك تكون القوة والسرعة بالاتجاه نفسه اي ان الزاوية بينهما تساوي صفرا (θ = 0) ومن قانون القدرة اللحظية نحصل على :-

$$P_i = F . v_i \cos\theta$$
$$20300 = F \times 0.7 \times \cos(0)$$

F = 20300 / 0.7

F= 29000 N



الطاقة (4-5)

س عرف الطاقة؟ وما هي انواعها؟

الجواب هي قابلية الجسم على انجاز شغل وتتحول من شكل الى اخر وتقاس بوحدة الجول $(Joul)$

وانواعها كالاتي :-

1. الطاقة الميكانيكية وتقسم الى:
   - a الطاقة الحركية
   - b الطاقة الكامنة بنوعيها:- الطاقة التثاقلية وطاقة المرونة
2. الطاقة الحرارية.
3. الطاقة الكيميائية.
4. الطاقة المغناطيسية.
5. الطاقة النووية.
6. الطاقة الكهربائية.
7. الطاقة الضوئية.
8. الطاقة الصوتية.

سنتطرق في هذا الفصل الى بعض من انواع الطاقات اما بقية ستؤخذ في الفصول التالية والمراحل القادمة.

1 الطاقة الحركية

س ما المقصود بالطاقة الحركية؟ وما هو قانونها؟ وما هي وحدة قياسها

الجواب هي القابلية على انجاز شغل بسبب حركة الجسم مثل (كرة ساقطة - سيارة متحركة - الرياح المتحركة - شخص يركض -.....) وتعطى بالعلاقة الاتية :-

$$(KE) = \frac{1}{2}mv^2$$

حيث ان :-

(KE) الطاقة الحركية للجسم وتقاس بوحدات الجول (Joul)

(m) كتلة الجسم ويقاس بوحدة الكيلوغرام (kg)

(v) السرعة التي يتحرك بها الجسم وتقاس بوحدة (m/s)

س اثبت ان الشغل يساوي التغير بالطاقة الحركية للجسم المتحرك؟

الجواب الشغل يعطى بالعلاقة الاتية :-

$$W = \vec{F}.\vec{x} \;......(1)$$

والقوة تعطى بالعلاقة الاتية حسب قانون نيوتن الثاني وكالاتي :-

$$\vec{F} = m.\vec{a} \;......(2)$$

وبتعويض معادلة (2) في معادلة (1) نحصل على :-

$$W = m\vec{a}.\vec{x} \;......(3)$$

ومن قوانين الحركة الخطية (سبق وشرحناها في الفصل الثاني):-

$$v_f^2 = v_i^2 + 2ax$$

$$v_f^2 - v_i^2 = 2ax$$



نعوض معادلة (4) في (3) نحصل على :-

$$W = m\vec{a}.\frac{v_f^2 - v_i^2}{2a}$$

$$W = \frac{1}{2}m(v_f^2 - v_i^2)$$

$$W = \frac{1}{2}mv_f^2 - \frac{1}{2}mv_i^2$$

$$W = (KE)_f - (KE)_i$$

الشغل = التغير بالطاقة الحركية

$$W = \Delta KE$$

وهذا يعني ان الشغل الذي تنجزه محصلة قوى خارجية تؤثر في الجسم يساوي التغير في طاقته الحركية (ΔKE) مع ملاحظة ان محصلة القوى تكون موجبة اذا كانت باتجاه الحركة وسالبة اذا كانت معاكسة لاتجاه الحركة.

مثال (5)/ ص 101 (كتاب) سيارة كتلتها $2000Kg$ تتحرك على ارض افقية ضغط سائق السيارة على الكوابح حينما كانت تسير بسرعة $20m/s$ فتوقفت بعد ان قطعت مسافة $100m$ كما في الشكل جد ما يأتي :-

1. التغير في الطاقة الحركية.
2. الشغل الذي بذلته قوة الاحتكاك في ايقاف السيارة.
3. ما مقدار قوة الاحتكاك بين عجلات السيارة والطريق على فرض انها بقيت ثابتة.

الحل

1. التغير في الطاقة الحركية (ΔKE) = الطاقة الحركية النهائية $(KE)_f$ - الطاقة الحركية الابتدائية $(KE)_i$

$$W = \Delta KE$$

$$W = (KE)_f - (KE)_i$$

$$W = \frac{1}{2}mv_f^2 - \frac{1}{2}mv_i^2$$

$$W = \frac{1}{2}\times 2000\ x\ (0)^2 - \frac{1}{2}\times 2000\ (20)^2$$

$$W = 0 - 1000 \times 400$$

$$\Delta KE = -40000J$$

2. الشغل الذي بذلته قوة الاحتكاك (W) = التغير في الطاقة الحركية (ΔKE)

$$\Delta KE = W = -400000J$$

3. الشغل الذي بذلته قوة الاحتكاك $(f_s\ x\ cos\theta)$ = التغير في الطاقة الحركة (ΔKE)

$$(\Delta KE) = f_s\ x\ cos\theta$$

$$\Delta KE = f_s\ x\ cos180$$

$$400000 = f_s \times 100 \times (-1)$$

$$f_s = -\frac{400000}{100}$$

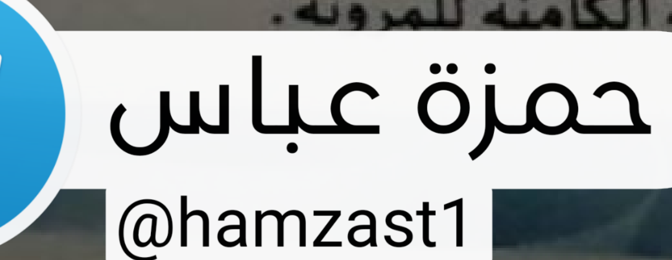
$$f_s = -4000N$$

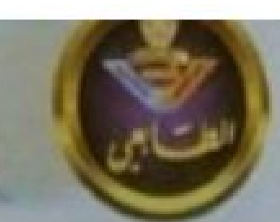
2 الطاقة الكامنة

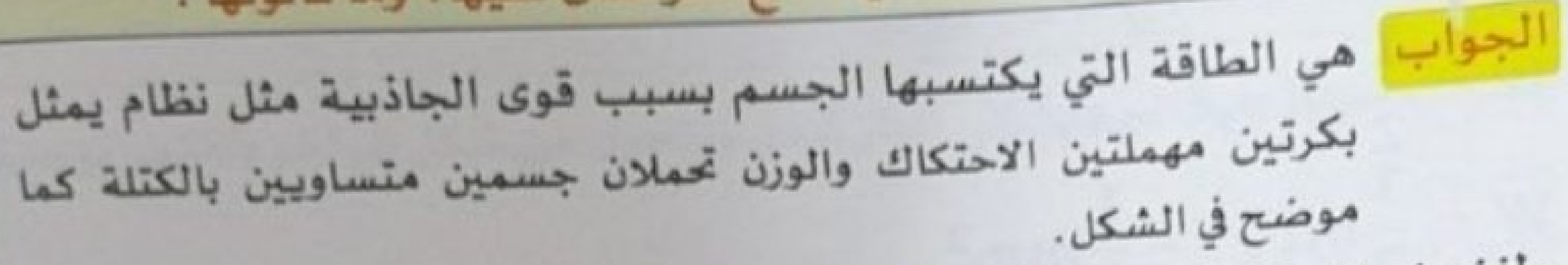
س ما المقصود بالطاقة الكامنة؟ وما انواعها؟

الجواب هي كمية الطاقة المخزونة في الجسم والتي يمكن ان تنجز شغلا وانواعها هي :

1. الطاقة الكامنة التثاقلية (وضعية).
2. الطاقة الكامنة للمرونة.







1 الطاقة الكامنة التثاقلية (الوضعية) GPE

س عرف الطاقة الكامنة التثاقلية؟ مع ذكر مثال عليها؟ وما قانونها؟

الجواب هي الطاقة التي يكتسبها الجسم بسبب قوى الجاذبية مثل نظام يمثل بكرتين مهملتين الاحتكاك والوزن تحملان جسمين متساويين بالكتلة كما موضح في الشكل.



ولنفرض ان وزن كل منها (mg) واذا دفع الجسم (B) دفعة صغيرة الى الاسفل فأنه سوف يبدأ بالسقوط ببطيء باتجاه الارض بسرعة ثابتة المقدار وسوف يبدا الجسم (A) في الارتفاع الى الاعلى في الوقت الذي ينزل الجسم (B) الى الاسفل وتعطى بالعلاقة الاتية :-

$$GPE = mgh$$

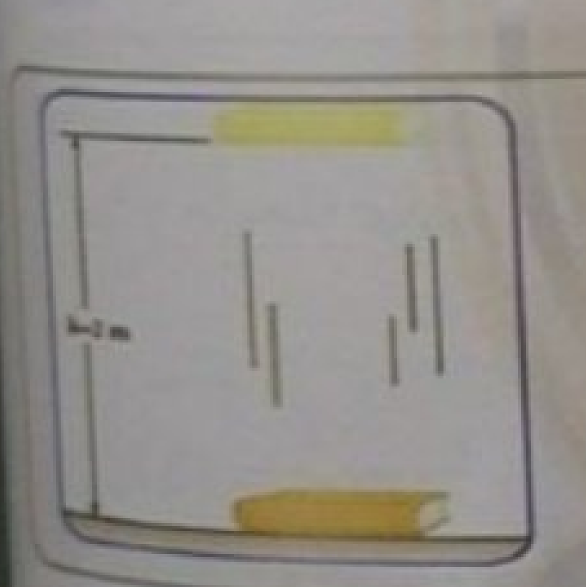
حيث ان

(GPE) الطاقة الكامنة التثاقلية وتقاس بوحدة الجول (J)

(m) الكتلة الجسم وتقاس بوحدة (kg)

(g) التعجيل الارضي وقداره $(-9.8\ m/s^2)$ او $(-10m/s^2)$

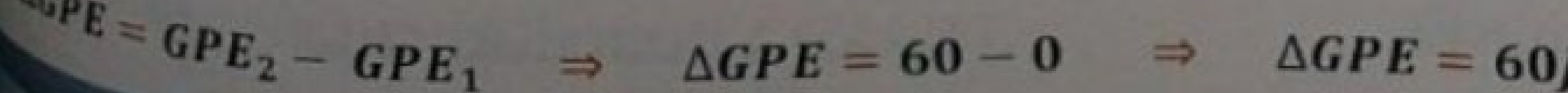
(h) الارتفاع الجسم عن سطح الارض ويقاس بوحدة الـ (m)



هل تعلم ان مياه الشلالات تمتلك طاقة كامنة من جراء وضعها المرتفع لذا عند سقوطها الى مستواها الاصلي تستطيع انجاز شغل بسبب وزنها فتدور التوربينات وتشغل المولدات

مثال (6)/ ص103 (كتاب) احسب التغير في الطاقة الكامنة التثاقلية في مجال الجاذبية الارضية لكتاب كتلته $3kg$ عند سطح الارض وعلى ارتفاع $2m$ عن سطح الارض اعتبر ان $g = 10m/s^2$





الحل

نختار اولا مستوى الاسناد الذي تعد الطاقة الكامنة التثاقلية عنده تساوي صفرا وليكن سطح الارض اي عند h=0 ثم نحسب الطاقة الكامنة في الموقعين المشار اليهما وكالاتي:-

الطاقة الكامنة عند مستوى الارض (المستوى القياسي) (GPE_1) تعطى بالعلاقة :-

$$GPE_1 = mgh \Rightarrow GPE_1 = 3 \times 10 \times 0 \Rightarrow GPE_1 = 0$$

اما الطاقة الكامنة على ارتفاع (2m) (GPE_2) عن المستوى القياسي تعطى بالعلاقة :-

$$GPE_2 = mgh \Rightarrow GPE_2 = 3 \times 10 \times 2 \Rightarrow GPE_1 = 60J$$

ثم نحسب التغير في الطاقة الكامنة للجسم (ΔGPE) عن المستوى الافقي كالاتي :-

$$\Delta GPE = GPE_2 - GPE_1 \Rightarrow \Delta GPE = 60 - 0 \Rightarrow \Delta GPE = 60J$$



س اعد حل المثال السابق على افتراض ان مستوى الاسناد على ارتفاع (2m) واثبت ان التغير في الطاقة الكامنة التثاقلية يساوي القيمة نفسها (60J) وبذلك تحقق من ان الغير في الطاقة الكامنة لا يعتمد على اختيار مستوى الاسناد؟

الجواب عند مستوى الاسناد فأن مقدار الطاقة الكامنة التثاقلية يساوي صفر لأن مقدار الارتفاع (h=0)

عند مستوى الاسناد وحسب الاتي :-

$$GPE_1 = mgh \quad \Rightarrow \quad GPE_1 = 3 \times 10 \times 0 \quad \Rightarrow \quad GPE_1 = 0$$

اما لحساب مقدار الطاقة الكامنة التثاقلية عند الأرتفاع (2m) عن سطح الارض نطبق العلاقة الاتية :

$$GPE_1 = mgh \quad \Rightarrow \quad GPE_1 = 3 \times 10 \times 2 \quad \Rightarrow \quad GPE_1 = 60J$$

وبذلك فان مقدار التغير بالطاقة الكامنة التثاقلية (ΔGPE) يمكن حسابه كالاتي :-

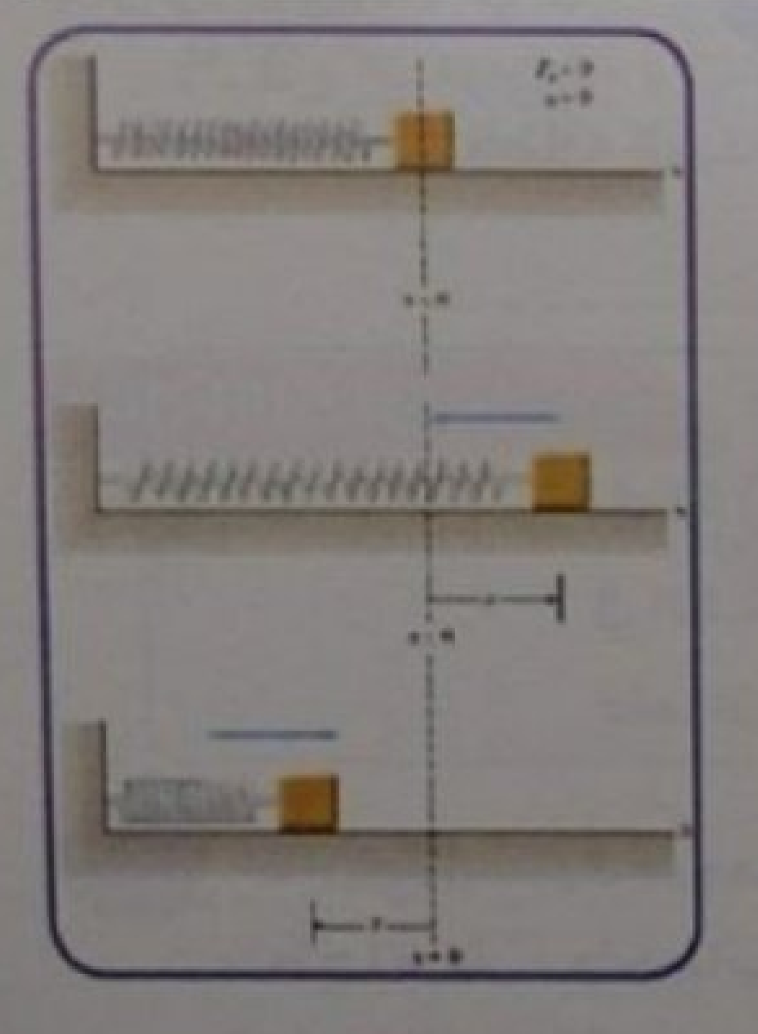
$$\Delta GPE = GPE_2 - GPE_1 \quad \Rightarrow \quad \Delta GPE = 60 - 0 \quad \Rightarrow \quad \Delta GPE = 60J$$

وبذلك فأن مقدار التغير الطاقة الكامنة التثاقلية لا تعتمد على اختيار مستوى الاسناد.

2 الطاقة الكامنة المرونة (EPE)

س عرف الطاقة الكامنة للمرونة؟ مع ذكر مثال؟ والعلاقة الرياضية؟

الجواب هي الطاقة التي يمتلكها الجسم المرن والاشياء المرنة عندما يكون مشدودا مثلا بين الشكل نابض مهمل الكتلة موضوعا على سطح افقي املس مهمل الاحتكاك ومثبت من طرفه بحائط شاقولي ومربوط من الطرف الاخر بكتلة (m) فعند التأثير فيه قوة تحدث له ازاحة على شكل استطالة او انضغاط مقدارها (x) فان قوة تنشأ عن النابض تساوي القوة الخارجية مقدارا وتعاكسها اتجاها وبذلك فأن الطاقة الكامنة للمرونة (EPE) في هذه الحالة تعطى بالعلاقة الاتية -:



$$EPE = \frac{1}{2} k x^2$$

حيث ان -:

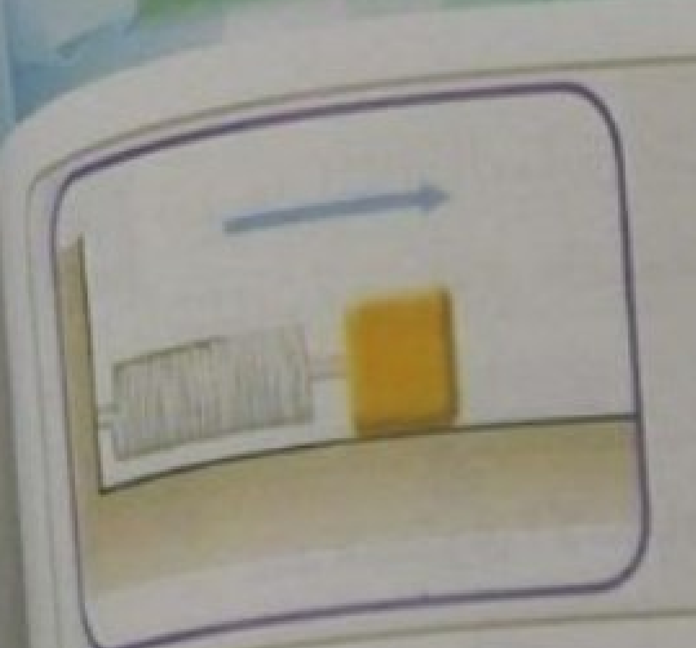
(EPE) الطاقة الكامنة للمرونة وتقاس بوحدة الجول (Joul)

(k) ثابت مرونة النابض ويقاس بوحدة $\left(\frac{N}{m}\right)$

(x) مقدار التغير بطول النابض ويقاس بوحدة (m)




مثال (7)/ ص105 (كتاب)



نابض معدني ثابت القوة $200N/m$ ثبت احد طرفيه بجدار شاقولي ووصل طرفه الاخر بجسم كتلته $2kg$ موضوع على سطح افقي املس كما موضح في الشكل كبس النابض ازاحة مقدارها $0.2m$ ما اقصى انطلاق يكتسبه الجسم عند ازالة القوة الكابسة عنه؟



الحل

$EPE = KE$

$\frac{1}{2}Kx^2 = \frac{1}{2}mv^2$

$\frac{1}{2}(200)(0.2)^2 = \frac{1}{2} x\ 2\ x\ v^2 \Rightarrow 100 \times 0.04 = v^2 \Rightarrow v^2 = 4 \Rightarrow v = 2\ m/s$

(5-5) حفظ الطاقة الميكانيكي

ان الطاقة الميكانيكية يمكن ان تتحول الى نوع اخر من الطاقة لكن تبقى محفوظه وبنفس المقدار وان كل جسم متحرك يمتلك طاقة ميكانيكية ناتجه من طاقة كامنة وطاقة حركية وهذا يسمى بحفظ الطاقة الميكانيكية وان حفظ الطاقة الميكانيكية لأي جسم ممكن ان يعطى بالمعادلة الأتية:-

الطاقة الحركية + الطاقة الكامنة = الطاقة الميكانيكية

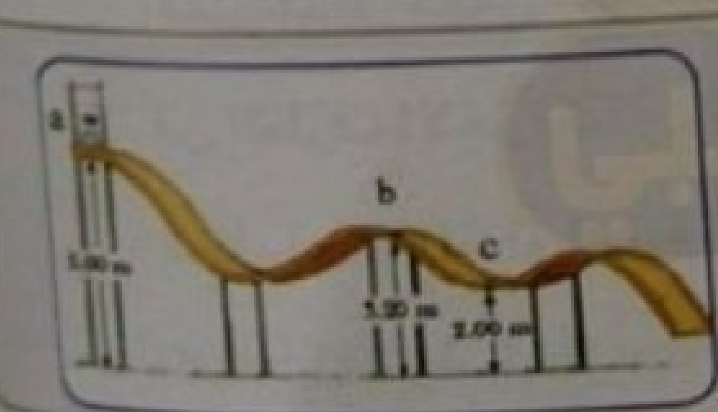
$$E_{meac} = PE + KE$$

ويسمى مجموع الطاقة الكامنة والطاقة الحركية لنظام محافظ في موقع ما بالطاقة الميكانيكية ويرمز لها بالرمز (E_{meac}) اي ان :-

الطاقة الميكانيكية في الموقع النهائي = الطاقة الميكانيكية في الموقع الابتدائي

$(KE_f + PE_f)$

مثال (8) / ص107 (كتاب)



انزلقت كرة كتلتها $5kg$ من السكون من نقطة (a) عبر مسار مهمل الأحتكاك كما موضح في الشكل احسب سرعة الكرة عند النقطتين c, b علما ان التعجيل الأرضي يساوي $10m/s^2$.

الحل

نختار اولا مستوى مرجعيا نفترض عنده الطاقة الكامنة في مجال الجاذبية تساوي صفرا , وليكن مستوى سطح الارض , ولحساب سرعة الكرة عند النقطة (b) نطبق قانون حفظ الطاقة الميكانيكية بين الموقعين (a) و (b) وكالاتي:-

الطاقة الميكانيكية في الموقع الابتدائي = الطاقة الميكانيكية في الموقع النهائي

$KE_f + PE_f = KE_i + PE_i$

$\left(\frac{1}{2}\right)mv_b^2 + (mgh)_b = \left(\frac{1}{2}\right)mv_a^2 + (mgh)_a$

$\left(\frac{1}{2}\right) \times 5 \times v_b^2 + 5 \times 10 \times 3.2 = 0 + 5 \times 10 \times 5$

$2.5v_b^2 + 160 = 250 \Rightarrow v_b^2 = 36 \Rightarrow v_b = 6m/s$

سرعة الكرة عند الموقع (b) تساوي 6m/s اما السرعة عند النقطة (c) فنحسبها بتطبيق قانون حفظ الطاقة بين الموقعين (c) و (b) وكالاتي:-

$$KE_f + PE_f = KE_i + PE_i$$

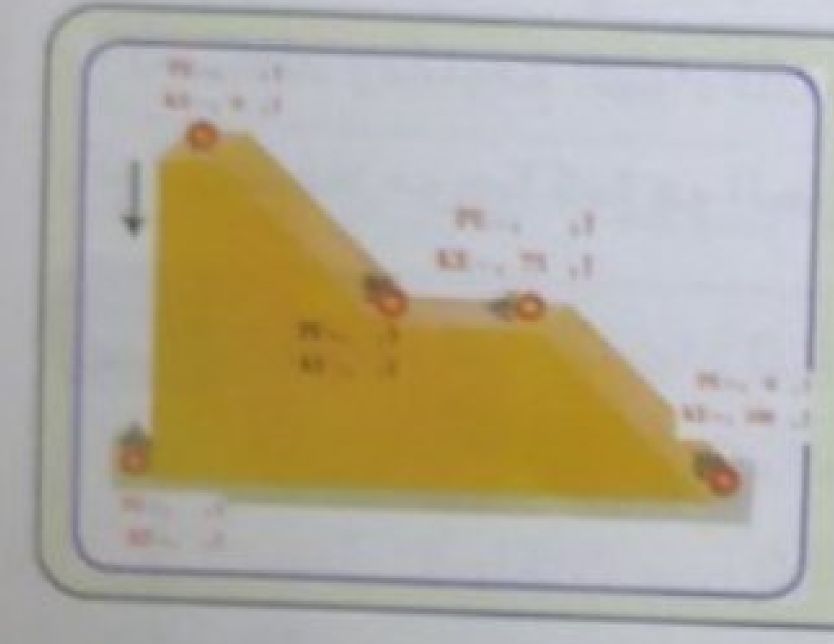
$$\left(\frac{1}{2}\right) m v_c^2 + (mgh)_c = \left(\frac{1}{2}\right) m v_b^2 + (mgh)_b$$

$$\left(\frac{1}{2}\right) \times 5 \times v_c^2 + 5 \times 10 \times 2 = \frac{1}{2} \times 5 \times (6)^2 + 5 \times 10 \times 3.2$$

$$v_c = 7.746\ m/s$$

س يوضح الشكل كرة موضوعة في اعلى سطح مائل (بإهمال مقاومة الهواء والاحتكاك) املأ الفراغات الموضوعة في الشكل في الحالات الأتية :-

1. سقوط الكرة سقوط حرا
2. حركة الكرة على المستوى المائل



الجواب

1. عندما تسقط الكرة سقوطا حرا فأن :-

عند النقطة (1) ⇐ $P.E_1 = 100J$

لان السرعة تساوي صفر $(v = 0)$ $KE_1 = 0J$

عند النقطة (2) ⇐ $P.E_2 = 0J$ ⇐ $P.E_2 = mg(0)$ ⇐ $P.E_2 = mgh$

(h=0) لأن الكرة موضوعة مستوي على السطح

وحسب قانون حفظ الطاقة الميكانيكية بين الموقعين (1) و (2) كالاتي :-

$$P.E_1 + KE_1 = P.E_2 + KE_2 \Rightarrow 100 + 0 = 0 + KE_2 \Rightarrow KE_2 = 100J$$

2. عندما تتحرك الكرة على المستوى المائل فأن :-

عند النقطة 5 ⇐ $PE_5 = mgh \Rightarrow PE_5 = mg(0) \quad PE_5 = 0J$

وحسب قانون حفظ الطاقة الميكانيكية بين الموقعين (4) و (5) كالاتي :-

$$PE_4 + KE_4 = PE_5 + KE_5 \Rightarrow PE_4 + 75 = 0 + 100 \Rightarrow PE_4 = 25J$$

عند النقطة 3 ⇐

لانهما بنفس الارتفاع $PE_3 = PE_4 = 25J$

وحسب قانون حفظ الطاقة الميكانيكية بين الموقعين (3) و (4) كالاتي :-

$$PE_3 + KE_3 = PE_4 + KE_4 \Rightarrow 25 + KE_3 = 25 + 75 \Rightarrow KE_3 = 75J$$



(6-5) الشغل المبذول بواسطة قوى غير محافظة

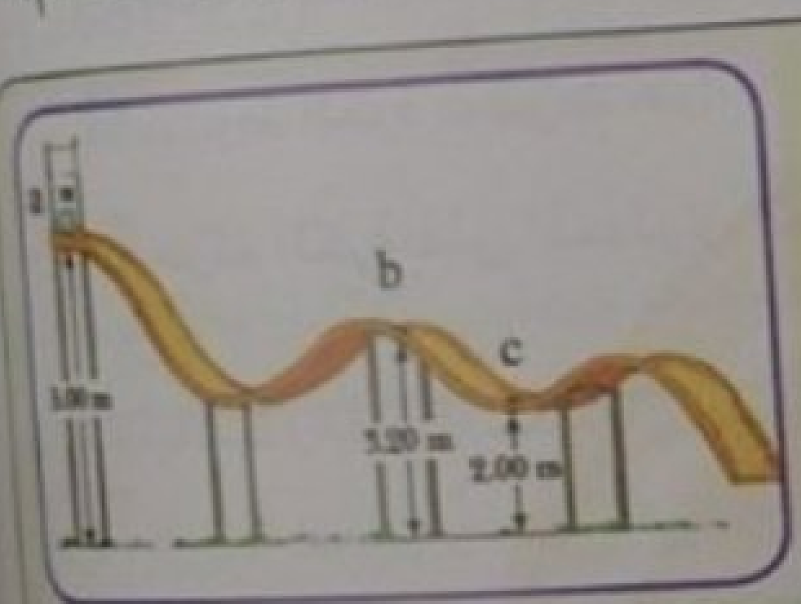
ان وجود قوى غير محافظة في نظام خاضع للجاذبية يسبب تغيرا في الطاقة الميكانيكية للنظام وعلى هذا الأساس فأن شغل القوى غير المحافظة يساوي التغير في الطاقة الميكانيكية للنظام وذلك على النحو الاتي :-

التغير في الطاقة الميكانيكية = شغل القوى غير المحافظة

$$W_{nc} = E_f - E_i$$

حيث ان (W_{nc}) هي شغل القوى غير المحافظة فأذا كان شغل القوى غير محافظة سالبا كما هو الحال في قوى الأحتكاك ومقاومة الهواء فأن ذلك يسبب نقصان في الطاقة الميكانيكية للنظام اما اذا كانت القوى غير محافظة تبذل شغلا موجبا كما هو الحال عند استعمال المحركات والآلات تحصل زيادة في الطاقة الميكانيكية للنظام.

س انزلقت كرة كتلتها $(0.5kg)$ من السكون عند النقطة (a) على المسار المنحني كما موضح في الشكل اذا علمت ان المسار مهمل الأحتكاك من (b) الى (c) جد ما يلي :-



1. سرعة الكرة عند النقطة (b)
2. قوة الاحتكاك التي تتعرض لها الكرة في الجزء من (b) الى (c) اذا علمت انها توقفت عند النقطة (c) بعد قطعها مسافة (10m) من النقطة (b)

الحل

1. بما ان الكرة انزلقت من السكون هذا يعني ان $(v_i = 0)$ عند النقطة (a) وأن الحركة من (a) الى (b) على سطح ناجم مهمل الاحتكاك فأحساب السرعة النهائية عند النقطة (b) (v_f) سيكون كالاتي حسب حفظ الطاقة الميكانيكية :-

$$(PE_i + KE_i)_a = (PE_f + KE_f)_b$$

$$mg(h_i)_a + \frac{1}{2}m(v_i)^2{}_a = mg(h_f)_b + \frac{1}{2}m(v_f)^2{}_b$$

$$0.5 \times 10 \times 5 + \frac{1}{2} \times 0.5 \times (0)^2 = 0.5 \times 10 \times 3.2 + \frac{1}{2} \times 0.5 \times v_f{}^2$$

$$25 + 0 = 16 + 0.25v_f{}^2$$

$$0.25v_f{}^2 = 9$$

$$v_f{}^2 = \frac{9}{0.25} \Rightarrow v_f{}^2 = 36 \Rightarrow v_f = 6m/s$$

2. لحساب مقدار قوة الاحتكاك عند الحركة من النقطة (b) الى النقطة (c) على المسار الخشن وأن الكرة توقفت في النقطة (c) هذا يعني ان السرعة النهائية للكرة تساوي صفر $(v_f = 0)$ وتضاف الى قانون الطاقة الذي يمثل حاصل ضرب القوة (قوة الاحتكاك) بالإزاحة (x) وكالاتي :-

$$(PE_i + KE_i)_b = (PE_f + KE_f)_c + W_{nc}$$

$$mg(hi)_b + \frac{1}{2}m(v_i)^2{}_b = mg(h_f)_c + \frac{1}{2}m(v_f)^2 + f_r(L_{bc})$$

$$\ldots \times 0.5 \times (6)^2 = 0.5 \times 10 \times 2 + \frac{1}{2} \times 0.5 \times (0)^2 + f_r \times 10$$

$$\ldots 0 f_r \Rightarrow 10 f_r = 15 \Rightarrow f_r = 1.5 N$$



(5-7) قانون حفظ الطاقة

س ما هو نص قانون حفظ الطاقة ؟

الجواب الطاقة لا تفنى ولا تستحدث ولكن يمكن تحويلها من صورة الى اخرى اي ان المجموع الكلي للطاقة في الكون يبقى ثابتا. هذا يعني ان اي جسم يمتلك طاقة فأنها سوف تتحول من شكل الى اخرمن اشكال الطاقة ويكون مساويا لما ينتج عن الاشكال الاخرى اي بمعنى ان الطاقة تكون دائما محفوظة وهذا ما يستند عليه قانون حفظ الطاقة.

(5-8) الزخم الخطي والدفع

س عرف الزخم الخطي؟ مع ذكر العلاقة الرياضية؟ ووحدات القياس؟

الجواب هو كمية متجهة ناتجه من حاصل ضرب كتلة اي جسم (m) في متجه السرعة $(\vec{v})$ ويرمز له بالرمز $(\vec{p})$ ويعطى بالعلاقة الاتية :-

$$\vec{p} = m\vec{v}$$

حيث ان:- $(\vec{p})$ متجه الزخم الخطي للجسم ويقاس بوحدة $(kg\frac{m}{s})$

(m) كتلة الجسم ويقاس بوحدة (m/s)

س عرف الدفع؟ مع ذكر العلاقة الرياضية؟ ووحدات القياس؟

الجواب هو كمية متجهة ناتج من حاصل ضرب القوة $(\vec{F})$ بالمدة الزمنية التي تؤثر فيها القوة في ذلك الجسم وتعطى (t) ويرمز له بالرمز (impulse) بالعلاقة الاتية :-

$$\overrightarrow{impulse} = \vec{F}\,.\,t$$

حيث ان :- (impulse) متجه الدفع ويقاس بوحدة (N.S)

$(\vec{F})$ متجه القوة ويقاس بوحدة (N)

(t) الزمن ويقاس بوحدة (s)

س اثبت ان الدفع يساوي التغيربالزخم ؟

الجواب من قوانين الحركة الخطية :-

$$\vec{v}_f = \vec{v}_i + \vec{a}t$$

$$\vec{a}t = \vec{v}_f - \vec{v}_i \Rightarrow \vec{a} = \frac{\vec{v}_f - \vec{v}_i}{t} \dots\dots(1)$$

وحسب قانون نيوتن الثاني الاتي:-

$$\vec{F} = m\vec{a} \dots\dots(2)$$

نعوض معادلة (1) في معادلة (2) نحصل على :-

$$\vec{F} = m \times \left(\frac{\vec{v}_f - \vec{v}_i}{t}\right)$$

$$\vec{F} = \frac{m\vec{v}_f - m\vec{v}_i}{t}$$

$$\vec{F}.t = m\vec{v}_f - m\vec{v}_i$$

$$\vec{F}.t = \Delta\vec{p}$$



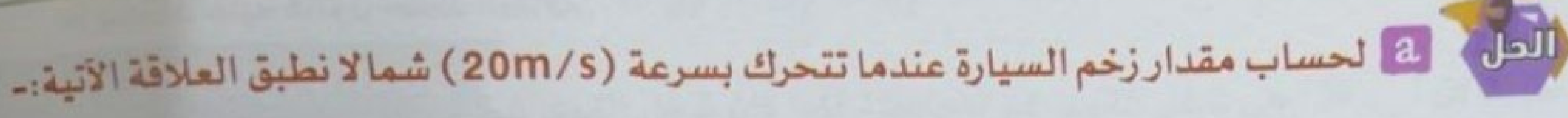
مثال (9)/ ص111 (كتاب) سيارة كتلتها $(1200kg)$ احسب :

a) زخمها حين تتحرك بسرعة $(20m/s)$ شمالا
b) زخمها اذا توقفت عن الحركة ثم تحركت نحو الجنوب بسرعة $(40m/s)$
c) التغير في زخم السيارة في الحالتين السابقتين





الحل



a لحساب مقدار زخم السيارة عندما تتحرك بسرعة $(20m/s)$ شمالا نطبق العلاقة الآتية:-

$$p_i = m\,v_i = 1200 \times 20 = 24 \times 10^3 kg.\frac{m}{s}$$

b لحساب مقدار زخم السيارة عندما تتحرك بسرعة $(40m/s)$ جنوبا نطبق العلاقة الآتية:-

$$p_f = mv_f = 1200 \times 40 = 48 \times 10^3\ kg.\frac{m}{s}$$

C التغير في زخم السيارة في الحالتين السابقتين نطبق العلاقة الاتية:-

$$\Delta\vec{p} = \vec{P}_f - \vec{P}_i \Rightarrow \Delta\vec{p} = 48 \times 10^3 - 24 \times 10^3 \Rightarrow \Delta\vec{p} = 24 \times 10^3 kg.\frac{m}{s}$$

مثال(10)/ ص111 (كتاب) اصطدمت سيارة كتلتها $1200kg$ ومقدار سرعتها $20m/s$ بشجرة وتوقفت بعد ان قطعت مسافة $1.5m$ بزمن قدره $0.15s$ جد مقدار القوة المتوسطة في ايقاف الشجرة للسيارة ؟





الحل

التغير في الزخم = الدفع

$$\vec{F}.t = m(\vec{v}_f - \vec{v}_i)$$

$$F \times 0.15 = 1200\,(0 - 20)$$

$$F = -24000/0.15$$

$$F = -16 \times 10^4 N$$

وتمثل $\vec{F}$ القوة المتوسطة لأيقاف الشجرة للسيارة وتدل الاشارة السالبة على ان القوة تؤثر باتجاه معاكس لاتجاه الحركة

هل تعلم

يلجأ مصمموا السيارات على التقليل من اثار الحوادث على ركابها وذلك بجعل فترة تأثير القوة المؤثرة في الأجسام الموجودة فيها طويلة نسبيا وتعمل الوسائد الهوائية(air bag) كما في الشكل على تقليل تأثير القوة في الأجسام اثناء التصادم فتزداد الفترة الزمنية الازمة لإيقاف جسم السائق والركاب عن الحركة.







(5-9) حفظ الزخم الخطي

س اذكر نص قانون حفظ الزخم الخطي؟

الجواب (اذا كانت محصلة القوى المؤثرة في النظام تساوي صفرا فأن الزخم الكلي للنظام يبقى محفوظا)

بما ان محصلة القوى المؤثرة على الجسم تساوي صفر هذا يعني :

$$\sum \vec{F}.t = \Delta p$$

$$\sum \vec{F} = 0$$

$$p_f - p_i = 0$$

$$mv_f - mv_i = 0$$

$$\acute{m}v_f = mv_i$$

حيث ان :-

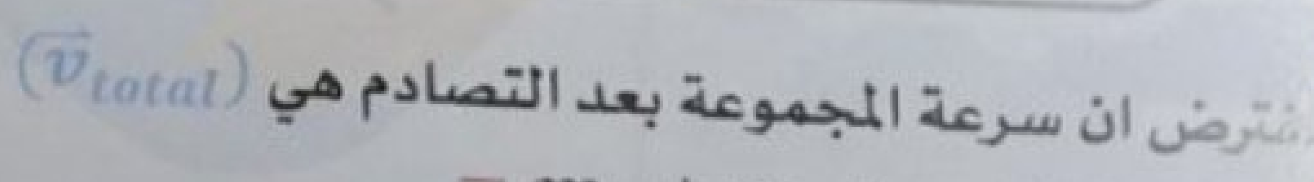
الزخم قبل التصادم = الزخم ما بعد التصادم

$m \Leftarrow$ كتلة الجسم قبل التصادم

$\acute{m} \Leftarrow$ كتلة الجسم بعد التصادم

س متى يكون الزخم الكلي للنظام يساوي صفرا (متى يكون الزخم الكلي للنظام محفوظ)؟

الجواب عندما تكون محصلة القوى المؤثرة في النظام تساوي صفرا اي ان $(\sum \vec{F} = 0)$



مثال (11) / ص113 (كتاب) شاحنة كتلتها $3 \times 10^4 kg$ متحركة بسرعة $10m/s$ تصادمت مع سيارة كتلتها $1200kg$ تتحرك في الاتجاه المضاد بسرعة $25m/s$ فاذا التصقت السيارتان بعد التصادم باي سرعة تتحرك المجموعة ؟

الحل

نفترض ان سرعة المجموعة بعد التصادم هي $(\vec{v}_{total})$

وان كتلة المجموعة $= m_1 + m_2$

الزخم الكلي قبل التصادم = الزخم الكلي بعد التصادم

كتلة الشاحنة (m_1) x سرعة الشاحنة (v_1) + كتلة السيارة (m_2) x سرعة السيارة (v_2) =

كتلة المجموعة (m_1+m_2) x سرعة المجموعة (v_{total})

$$m_1 \times v_1 + m_2 \times v_2 = (m_1 + m_2) \times v_{total}$$

$$3 \times 10^4(10) + 1200(-25) = (30000 + 1200) \times v_{total}$$

ان سرعة السيارة تم تعويضها بإشارة سالبة لأنها تعاكس اتجاه حركة الشاحنة

$$v_{total} = \frac{(300000 - 30000)}{31200} \Rightarrow v_{total} = \frac{27000}{31200} \Rightarrow v_{total} = 8.65m/s$$



انواع التصادمات

1- التصادم المرن التام

2- التصادم عديم المرونة (غير مرن كليا)

3- التصادم غير المرن

1 التصادم المرن التام

وهو النظام الذي يتميز بأن طاقته الحركية قبل التصادم تساوي الطاقة الحركية له بعد التصادم اي ان :-

الطاقة الحركية قبل التصادم = الطاقة الحركية بعد التصادم

وهذا النوع من التصادمات لا يصاحبه فقدان في الطاقة الحركية للنظام

2 التصادم عديم المرونة (غير مرن كليا)

هو نوع من انواع التصادمات الذي يكون فيه الطاقة الحركية للنظام فير محفوظة اذ يصاحبها نقص كبير في الطاقة الحركية ويمتاز بأن الجسمين المتصادمين يلتحمان دوما بعد التصادم

3 التصادم غير المرن

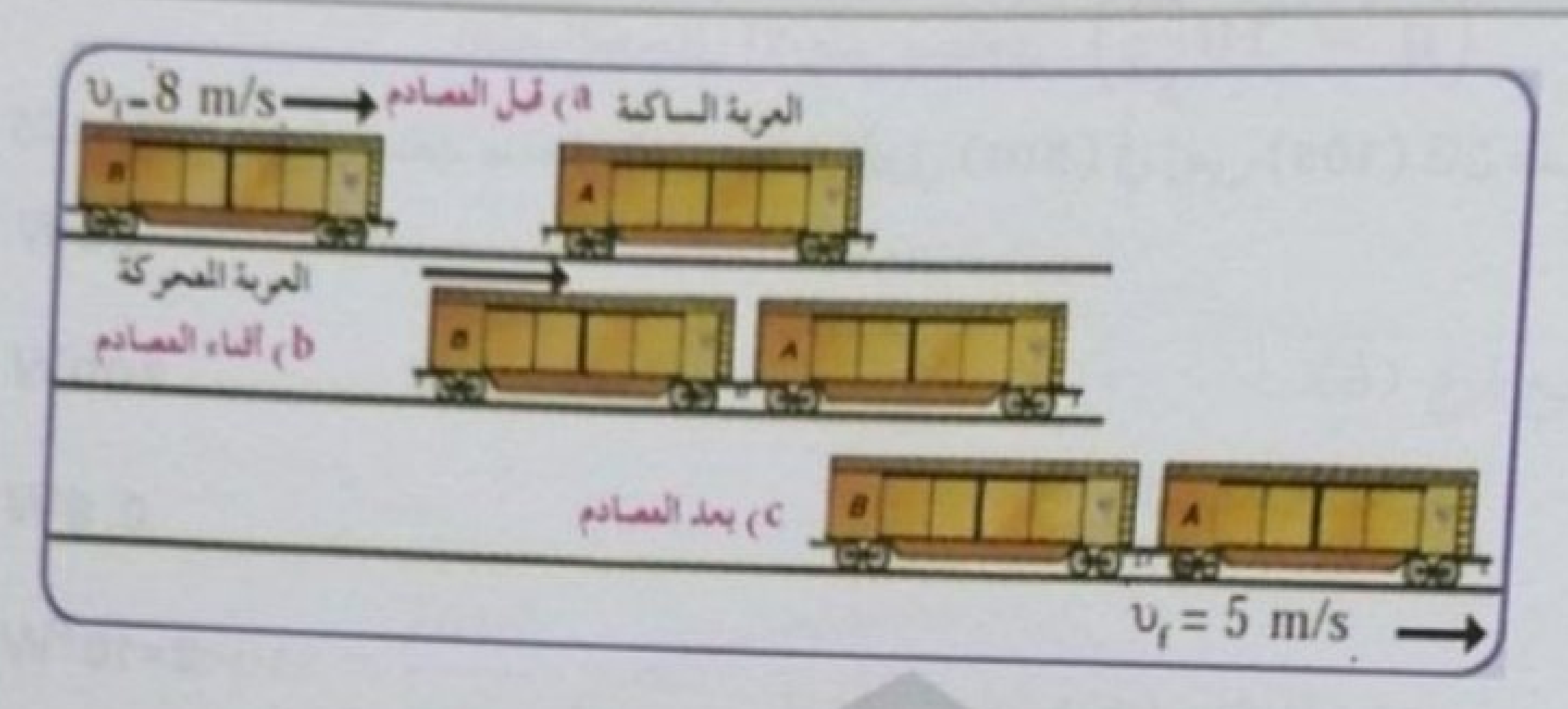
هو نوع من انواع التصادمات الذي لا تلتحم فيه الاجسام معا بل تبقى منفصلة ويكون مصحوبا بنقصان في الطاقة الحركية مثل تصادم كرات البليارد

ملاحظات مهمة جدا

1. الزخم الخطي للنظام محفوظا مهما كان نوع التصادم.
2. تصنف التصادمات تبعا للتغير في الطاقة الحركية للنظام.



مثال (12)/ ص115 (كتاب) اذا كانت ماكنة قطار كتلتها $2.5 \times 10^4\ kg$ تتحرك بسرعة $8m/s$ كما في الشكل اصطدمت بعربة ساكنة كتلتها $1.5 \times 10^4 kg$ وتتحركان معا بالاتجاه نفسه بسرعة $5m/s$ احسب التغير في الطاقة الحركية للنظام.



الحل

الطاقة الحركية بعد التصادم = kE_f

الطاقة الحركية قب التصادم = KE_i

التغير في الطاقة الحركية = الطاقة الحركية بعد التصادم - الطاقة الحركية قبل التصادم

$$\Delta KE = KE_f - KE_i$$

$$KE_i = \frac{1}{2} m_1 v_i^2 + \frac{1}{2} m_2 \times v_i^2$$

$$KE_i = \frac{1}{2} \times 2.5 \times 10^4 \times (8)^2 + \frac{1}{2} \times 1.5 \times 10^4 \times (0)^2$$

السرعة الابتدائية ($v_i=0$) للعربة الثانية لانها ساكنة

$KE_i = 80 \times 10^4 J$ (الطاقة الحركية قبل التصادم)

$$KE_f = \frac{1}{2}(m_1 + m_2)\, v^2_{total}$$

$$KE_f = \frac{1}{2} \times (2.5 \times 10^4 + 1.5 \times 10^4) \times (5)^2$$

(v_{total}) تمثل السرعة النهائية المشتركة للعربتين

$$KE_f = \frac{1}{2} \times (4 \times 10^4) \times 5^2$$

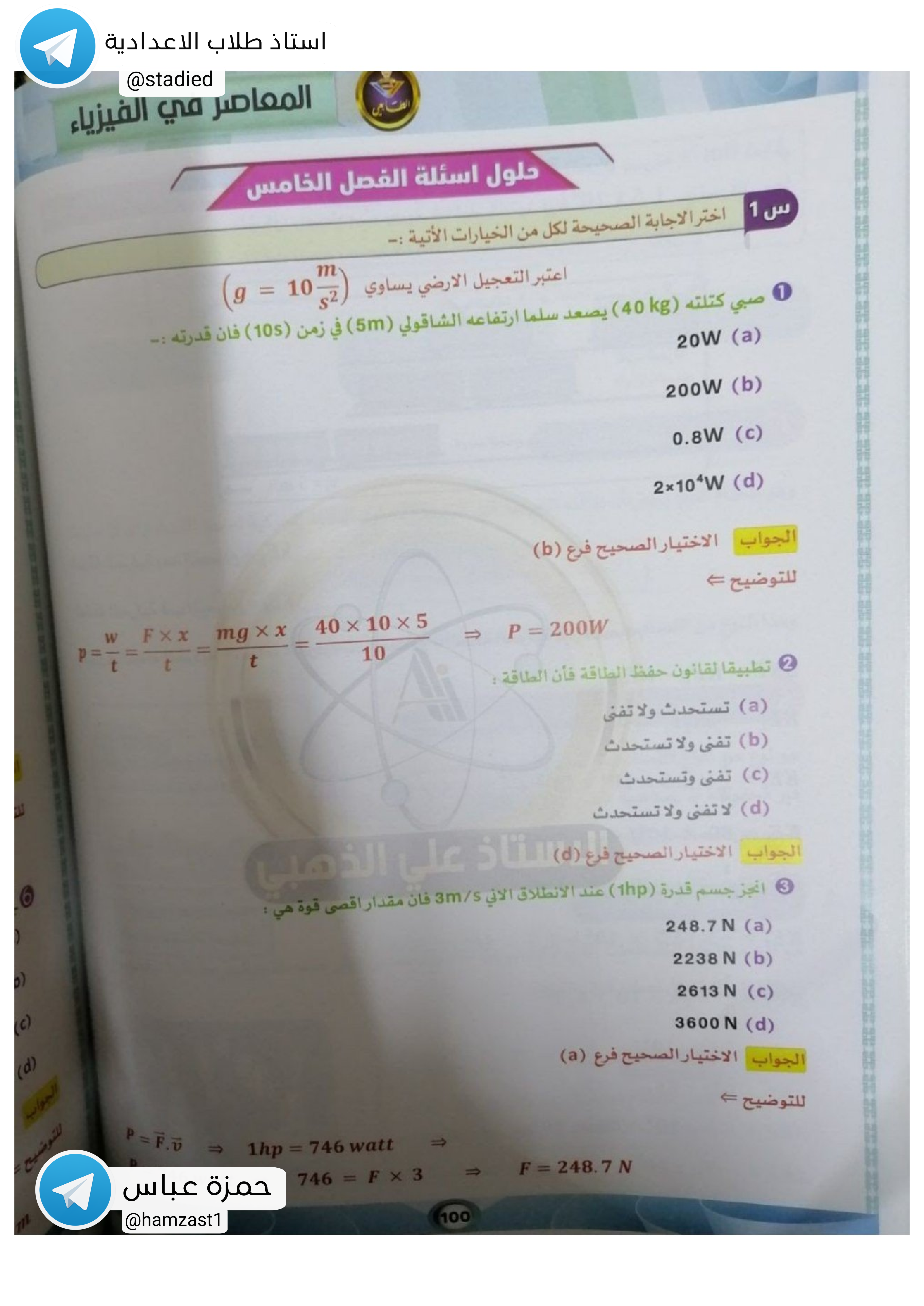
$KE_f = 50 \times 10^4 J$ (الطاقة الحركية بعد التصادم)

$$\Delta KE = KE_f - KE_i$$

$$\Delta KE = 50 \times 10^4 - 80 \times 10^4$$

$$\Delta KE = -30 \times 10^4 J$$

من ذلك نستنتج ان التصادم هنا غير مرن



حلول اسئلة الفصل الخامس

س 1 اختر الاجابة الصحيحة لكل من الخيارات الأتية :-

اعتبر التعجيل الارضي يساوي $\left(g = 10\frac{m}{s^2}\right)$

❶ صبي كتلته (40 kg) يصعد سلما ارتفاعه الشاقولي (5m) في زمن (10s) فان قدرته :-

(a) 20W

(b) 200W

(c) 0.8W

(d) 2×10^4W

الجواب الاختيار الصحيح فرع (b)

للتوضيح ⇐

$$p=\frac{w}{t}=\frac{F\times x}{t}=\frac{mg\times x}{t}=\frac{40\times10\times5}{10} \Rightarrow P=200W$$

❷ تطبيقا لقانون حفظ الطاقة فأن الطاقة :

(a) تستحدث ولا تفنى

(b) تفنى ولا تستحدث

(c) تفنى وتستحدث

(d) لا تفنى ولا تستحدث

الجواب الاختيار الصحيح فرع (d)

❸ انجز جسم قدرة (1hp) عند الانطلاق الاني 3m/s فان مقدار اقصى قوة هي :

(a) 248.7 N

(b) 2238 N

(c) 2613 N

(d) 3600 N

الجواب الاختيار الصحيح فرع (a)

للتوضيح ⇐

$P=\vec{F}.\vec{v} \Rightarrow 1hp = 746\ watt \Rightarrow$

$746 = F\times3 \Rightarrow F = 248.7\ N$

4 احدى الوحدات التالية ليست وحدة للقدرة:-

(a) Joul-second

(b) watt

(c) N.m/s

(d) hp

الجواب الاختيار الصحيح فرع (a)

للتوضيح ⇐

$$P=\frac{w}{t} \Rightarrow watt=\frac{Joul}{s} \Rightarrow$$ وهي ليست وحدة قياس القدرة

5 لحفظ مركبة متحركة بانطلاق (v) يتطلب قوة (F) ضد الأحتكاك فالقدرة التي تحتاجها:-

(a) $F.v$

(b) $\frac{1}{2}F.v$

(c) F/v

(d) F/v^2

الجواب الاختيار الصحيح فرع (a)

للتوضيح ⇐

$$p=\frac{w}{t} \Rightarrow p=\frac{FX}{t} \Rightarrow P=F.v$$

6 جسم كتلته (1kg) يملك طاقة كامنة تثاقلية (1J) نسبة الى الأرض عندما يكون ارتفاعه الشاقولي:-

(a) 0.012 m

(b) 0.1m

(c) 9.8 m

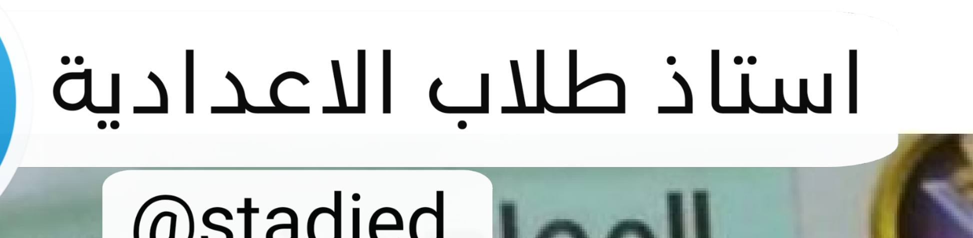
(d) 32 m

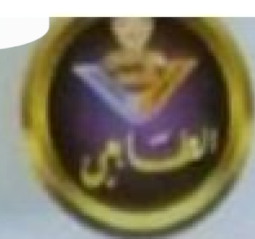
الجواب الاختيار الصحيح فرع (b)

للتوضيح ⇐

$$GPE=mgh \Rightarrow 1=1\times10\times h \Rightarrow h=\frac{1}{10} \Rightarrow h=0.1m$$







7 جسم وزنه (10N) يسقط من السكون من موضع ارتفاعه الشاقولي (2m) فوق سطح الأرض فان مقدار سرعته لحظة اصطدامه بسطح الارض تكون :-

(a) 400 m/s

(b) 20 m/s

(c) 10 m/s

(d) $\sqrt{40}$ m/s

الجواب الاختيار الصحيح فرع (d)

للتوضيح ⇐

$$w = mg \Rightarrow m = \frac{w}{g} \Rightarrow m = \frac{10}{10} \Rightarrow m = 1kg$$

التغير بالطاقة الحركية = الشغل

$$w = \Delta KE$$

$$F \times x = KE_f - KE_i$$

$$mg.x = \frac{1}{2}mv_f^2 - \frac{1}{2}mv_i^2 \Rightarrow (v_i = 0)$$

$$20 = \frac{1}{2}mv_f^2 \Rightarrow v_f^2 = 40 \Rightarrow v_f = \sqrt{40}\ m/s$$

8 الذي لا يتغير عندما يصطدم جسمان او اكثر هو:-

(a) الزخم الخطي لكل منهم.

(b) الطاقة الحركية لكل منهم.

(c) الزخم الخطي الكلي للأجسام.

(d) الطاقة الحركية الكلية للأجسام.

الجواب الاختيار الصحيح فرع (c)

9 عندما يصطدم جسمان متساويان بالكتلة فالتغير بالزخم الكلي :

(a) يعتمد على سرعتي الجسمين المتصادمين.

(b) يعتمد على الزاوية التي يصطدم بها الجسمان.

(c) يساوي صفر.

(d) يعتمد على الدفع المعطى لكل جسم متصادم.

الجواب الاختيار الصحيح فرع (d)







حلول مسائل الفصل الخامس

س 1 سقط جسم كتلته (2kg) من ارتفاع قدره (10m) على ارض رملية واستقر فيها بعد ان قطعت (3cm) شاقوليًا داخل الرمل ما متوسط القوة التي يؤثر بها الرمل على الجسم ؟ على فرض اهمال تأثير الهواء ؟

الحل لحساب مقدار القوة (F_{net}) التي تؤثر بها الرمل على الجسم يجب اولا حساب مقدار الطاقة الحركية النهائية للجسم حسب قانون حفظ الطاقة وكالأتي :-

(سقوط حر $v_i = 0$)
(عند مستوى الارض h=0)

$$KE_1 + PE_i = KE_f + PE_f$$

$$\frac{1}{2}mv_i^2 + mgh = \frac{1}{2}mv_f^2 + mgh$$

$$0 + 2 \times 10 \times 10 = KE_f + 0 \quad \Rightarrow \quad KE_f = 200J$$

وفي اثناء انغمار الجسم في الرمل الى عمق (3cm) (ازاحة) يعني (y=0.03) ومن خلال الشغل المبذول بواسطة الطاقة الغير محفوظة حسب العلاقة الاتية :-

التغير بالطاقة الحركية = الشغل المبذول لأيقاف الحجر

$$W_{nc} = \Delta KE$$

$$F_{net} \times y = KE_i - KE_f$$

$$F_{net} \times 0.03 = 0 - 200$$

$$0.03F_{net} = -200$$

$$F_{net} = \frac{-200}{0.03} \Rightarrow F_{net} = -6666.67N$$

والأشارة السالبة تعني ان القوة تتجه عكس اتجاه حركة الجسم في الرمل :-

$$\overrightarrow{F_{net}} = \overrightarrow{F_{avg}} + (-\overrightarrow{W})$$

حيث ان :-

$(\overrightarrow{F_{net}})$:- محصلة القوة في مقاومة الرمل (+)

$(\overrightarrow{F_{avg}})$:- متوسط القوة وتكون متجهه نحو الاعلى (+)

$(\overrightarrow{W})$:- وزن الحجر ويتجه نحو الأسفل (-)

$$F_{net} = F_{ave} + (-w)$$

$$F_{net} = F_{ave} + (-mg)$$

$$6666.67 = F_{ave} - 2 \times 10$$

$$6666.67 = F_{ave} - 20$$

$$6666.67 = F_{ave} - 20$$

$$F_{ave} = 6666.67 + 20$$

$$F_{ave} = 6686.67N$$

متوسط القوة التي يؤثر فيها الرمل بالجسم (تتجه نحو الأعلى)





س2 انزلقت سيارة كتلتها (1250kg) فوصلت الى حالة السكون بعد ان قطعت مسافة (36m) ما مقدار قوة الاحتكاك بين اطاراتها المنزلقة الاربع وسطح الطريق اذا كان معامل الاحتكاك الانزلاقي (0.7)؟ ما مقدار الشغل الذي بذلته قوة الاحتكاك على السيارة؟

الجواب لحساب مقدار قوة الاحتكاك نستخدم العلاقة الاتية :

$\vec{F}_k = \mu_k \vec{N}$

$\vec{F}_k = \mu_k mg \Rightarrow \vec{F}_k = 0.7 \times 1250 \times 10 \Rightarrow \vec{F}_k = 8750N$

وبما ان قوة الأحتكاك تكون معاكسة لأتجاه حركة السيارة اي ان الزاوية (θ) تكون مساوية الى 180° $(\theta=180^\circ)$ بين متجه القوة $(\vec{F})$ ومتجه الإزاحة $(\vec{x})$ فيمكن حسابه كالاتي:-

$W = \vec{F}.\vec{x}\cos(\theta)$

$W = 8750 \times 36 \times \cos(180^\circ) \Rightarrow W = -315000J$

والأشارة السالبة للشغل تعني ان قوة الاحتكاك تكون معرقلة لحركة السيارة (متعاكسة بالاتجاه)

س3 دفع صندوق شحن كتلته (80kg) مسافة (3.5m) الى اعلى سطح مائل (يفترض انه مهمل الاحتكاك) يميل بزاوية قدرها (37°) بالنسبة للأفق ما مقدار الشغل المبذول في دفع صندوق الشحن؟ افرض ان الصندوق الشحن يدفع بسرعة ثابتة المقدار.

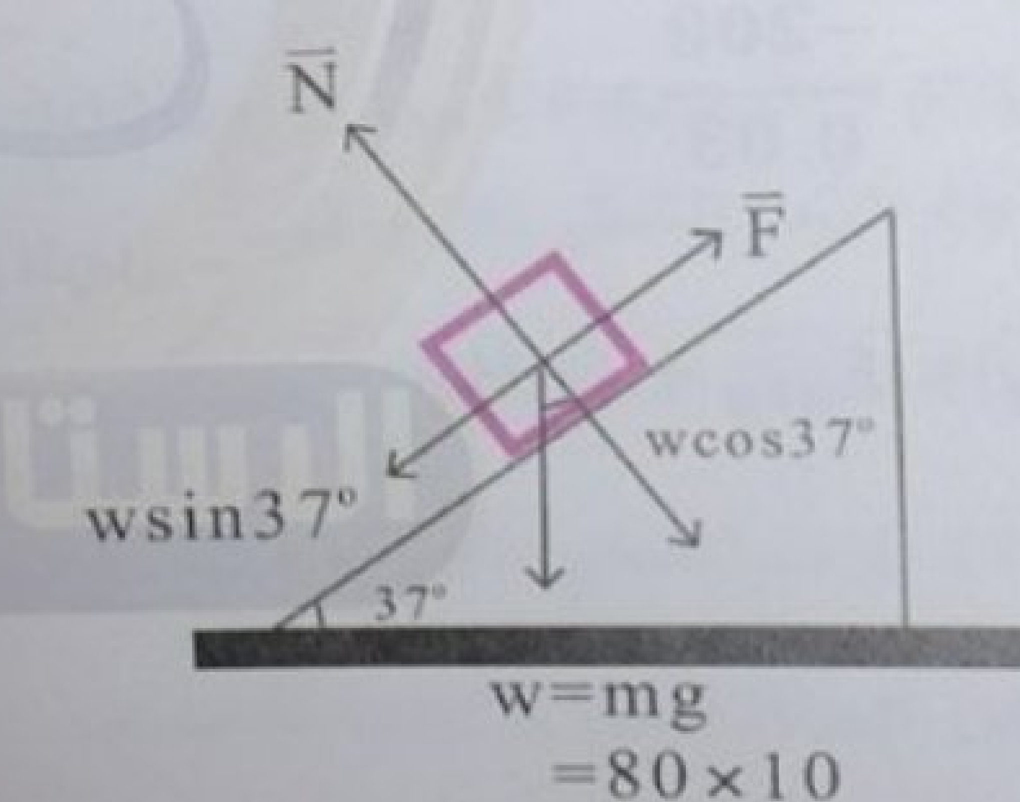
الحل من خلال الشكل يتضح لدينا ان المركبة الأفقية للوزن $(mg\sin37^\circ)$ تقابل القوة اي ان :-

$F = mg\sin(\theta)$

$F = 80 \times 10 \times \sin37$

$F = 800 \times 0.6$

$F = 480N$



$W = \vec{F}.\vec{x}\cos(\theta)$

$W = 480 \times 3.5 \times \cos0$

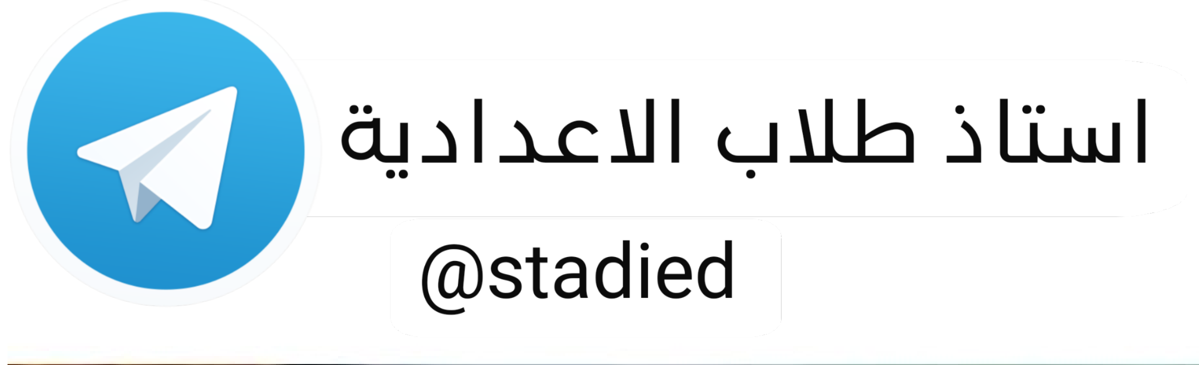
$W = 1680 \times 1$

$W = 1680J$

س4 ما مقدار القدرة بالواط الازمة لرفع عربة تسوق محملة بقوة افقية قدرها (50N) مسافة افقية مقدارها (20m) خلال (5 s).

الحل

$P = \frac{W}{t} = \frac{F.X}{t} \quad P = \frac{50 \times 20}{5} \Rightarrow P = 200watt$



س5 قوة احتكاك مقدارها (20N) تؤثر في صندوق كتلته (6kg) ينزلق على ارضية افقية ما مقدار القدرة الازمة لسحب الصندوق على الارضية بسرعة ثابته قدرها (0.6m/s)

الحل من خلال الشكل يتضح لدينا ان القوة المؤثرة في الجسم هي قوة الاحتكاك وبذلك يمكن حساب القدرة كالاتي:-

$$P_{inst} = F.v$$
$$P_{inst} = 20 \times 0.6$$
$$P_{inst} = 12watt$$

س6 يستطيع جرار شد مقطورة بقوة ثابتة مقدارها (12000N) عندما تكون سرعته (2.5m/s) ما قيمة قدرة الجرار بالواط والقدرة الحصانية تحت هذه الشروط ؟

الحل

$$P = F.v \Rightarrow P = 12000 \times 2.5 \Rightarrow P = 30000\ watt$$

وبما ان (1hp=746watt)

فنقسم الناتج على (746) للحصول على القدرة بوحدة القدرة الحصانية (hp) كالاتي :-

$$P = \frac{30000}{746} \Rightarrow P = 40.214\ hp$$

س7 كان احد لاعبي كرة القدم كتلته (90kg) يجري بسرعة قدرها (6m/s) قام لاعب من الفريق الآخر بشده من الخلف فتوقف بعد ان قطع مسافة قدرها (1.8m) (a) ما مقدار القوة المتوسطة التي سببت ايقاف الاعب (b) ما الزمن الذي استغرقه الاعب ليتوقف تماما

الجواب (a) لحساب القوة (F) التي سببت ايقاف الاعب نطبق العلاقة الاتية :-

التغير في الطاقة الحركية = الشغل

$$W = \Delta KE$$
$$\vec{F}.\vec{X} = KE_f - KE_i$$
$$\vec{F}.\vec{X} = \frac{1}{2}mv_f^2 - \frac{1}{2}mv_i^2$$
$$F \times 1.8 = \frac{1}{2} \times 90 \times (0)^2 - \frac{1}{2} \times 90 \times (6)^2$$
$$1.8F = -45 \times 36 \Rightarrow 1.8F = -1620 \Rightarrow F = -900N$$

اللاعب توقف عن الحركة
$v_f = 0$

الاشارة السالبة هي ان القوة (F) تعاكس اتجاه الحركة

b) لحساب الزمن نستخدم العلاقة الاتية من قانون حفظ الزخم والدفع

اللاعب توقف عن الحركة
$v_f = 0$

التغير في الزخم للجسم = الدفع

$\vec{F}.t = \Delta P$

$\vec{F}.t = P_f - P_i$

$\vec{F}.t = mv_f - mv_i$

$-900 \times t = 90(0) - 90(6)$

$-900 \times t = -540$

$t = 0.6\ s$ الزمن الذي استغرقه اللاعب ليتوقف عن الحركة

